V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

Coordinació:
Josep Batlló Ortiz, Pere de la Fuente Collell i Roser Puig Aguilar

SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Barcelona 2000

V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

Coordinació:
Josep Batlló Ortiz, Pere de la Fuente Collell i Roser Puig Aguilar

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

(Roquetes, 11-13 desembre 1998)

Coordinació:

Josep Batlló Ortiz
Pere de la Fuente Collell
Roser Puig Aguilar

SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

This One
89NU-8DT-TYHX

Biblioteca de Catalunya. Dades CIP

Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica *(5es : 1998 : Roquetes)*
Actes de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica :
Roquetes, 11-13 desembre 1998
Textos en català, anglès i castellà. — Referències bibliogràfiques
ISBN 84-7283-503-0
I. Batlló i Ortiz, Josep, ed. II. Fuente, Pere de la, ed. III. Puig Aguilar, Roser, ed.
IV. Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica V. Títol
1. Tecnologia — Història — Congressos 2. Ciència — Història — Congressos
5/6 (091) (061.3)

Il·lustració de la coberta:
Observatori de l'Ebre. Juliol 1912. Comissió del pèndol

© 2000, dels autors de les ponències

Propietat d'aquesta edició:
Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica
(filial de l'Institut d'Estudis Catalans)
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: juny de 2000
Tiratge: 500 exemplars

Compost per Fotocomposició gama, s.l.
Carrer d'Arístides Maillol, 5, C 1r 1a. 08028 Barcelona

Imprès a Limpergraf, SL
Polígon industrial Can Salvatella. Carrer de Mogoda, 29-31. 08210 Barberà del Vallès

ISBN: 84-7283-503-0
Dipòsit Legal: B. 23379-2000

Són rigorosament prohibides, sense l'autorització escrita del titular del *copyright*, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol procediment i suport, incloent-hi la reprografia i el tractament informàtic, la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec comercial, la inclusió total o parcial en bases de dades i la consulta a través de xarxa telemàtica o d'Internet. Les infraccions d'aquests drets estan sotmeses a les sancions establertes per les lleis.

Comitè local

Josep Batlló Ortiz	EUCEDM, URV
Albert Curto Homedes	Arxiu Històric Comarcal de les Terres de l'Ebre
Àlex Farnós Bel	Museu del Montsià
Vicky Carles Hierro	IES Roquetes
J. Germán Solé Micolau	Observatori de l'Ebre
Ramon Barberà Salayet	Ajuntament de Roquetes
Margarida Magí Pallarès	Ajuntament d'Amposta
Enric Roig Montagut	Ajuntament de Tortosa
Lluís Gaya Piquè	Observatori de l'Ebre

Comitè científic

Antoni Roca Rosell	Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica
Jon Arrizabalaga	Consell Superior d'Investigacions Científiques
Josep Lluís Barona Vilar	Universitat de València
Josep Batlló Ortiz	Universitat Rovira i Virgili
Víctor Navarro Brotons	Universitat de València
Agustí Nieto Galan	Universitat Autònoma de Barcelona
Josep Pardo Tomás	Consell Superior d'Investigacions Científiques
Roser Puig Aguilar	Universitat de Barcelona
Xavier Roqué Rodríguez	SCHCT, Universitat Autònoma de Barcelona

Comitè organitzador

Josep Batlló Ortiz, President	Esc. U. de Ciències Empresarials Dr. Manyà, URV
Agustí Nieto Galan, Secretari	Universitat Autònoma de Barcelona
Francesc Bujosa Homar	Universitat de les Illes Balears
Marina Castells	Universitat de Barcelona
Iris Figuerola	Universitat de Barcelona
Manuel Garcia Doncel	Universitat Autònoma de Barcelona
Jaume Josa Llorca	Consell Superior d'Investigacions Científiques
Guillermo Lusa Monforte	Universitat Politècnica de Catalunya
Antoni Malet	Universitat Pompeu Fabra
David Altadill	Universitat Ramon Llull
Jordi Martí Henneberg	Universitat de Lleida
Josep Manuel Parra	Universitat de Barcelona
Roser Puig Aguilar	Universitat de Barcelona
Joaquim Pla	Universitat de Vic
Antoni Roca Rosell	Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica
Xavier Roqué Rodríguez	Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica
Antoni Romeu	Universitat Rovira i Virgili
Vicent Salabert Fabiani	Universitat de València
Josep M. Vidal Hernández	Institut Menorquí d'Estudis
Georgina Blanes Nadal	Universitat Politècnica de València

Entitats col·laboradores

Ajuntament de Roquetes
Ajuntament d'Amposta
Ajuntament de Tortosa
Antena Caro
Arxiu Històric Comarcal de les Terres de l'Ebre
BARVIZ, Talleres Barberà
Comerç Agrupat de Roquetes
Consell Comarcal del Baix Ebre
Consell Comarcal del Montsià
Caixa Sabadell
Caixa de Pensions i Estalvis de Barcelona
Diputació de Tarragona
Escola d'Arts Aplicades de Tortosa
IES Roquetes
MAI, S.A.
Museu del Montsià
Observatori de l'Ebre
Polialco

Institut d'Estudis Catalans
CIRIT. Generalitat de Catalunya
Universitat de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Universitat Ramon Llull
Universitat Rovira i Virgili
Xarxa Temàtica d'Història de la Ciència i de la Tècnica
Xarxa Temàtica de Sismologia i Enginyeria Sísmica

Consell Superior d'Investigacions Científiques
Institut Menorquí d'Estudis
Universitat Autònoma de Barcelona
Universitat d'Alacant
Universitat de les Illes Balears
Universitat de Lleida
Universitat de València
Universitat de Vic
Universitat Politècnica de València
Universitat Pompeu Fabra

SUMARI

Antoni ROCA ROSELL: Presentació 9

CONFERÈNCIES

Graziano FERRARI: Multidisciplinary projects to look back on the roots of Seismology .. 13
Josep BERNABEU MESTRE: Epidèmia i control social: a propòsit de les campanyes antipalúdiques a la Catalunya contemporània (1902-1925) 37
Matthias DÖRRIES: The public face of science: François Aragó 43

SIMPÒSIUMS

PROJECTE PER A UNA PERIODITZACIÓ DE L'EVOLUCIÓ CIENTIFICOTÈCNICA A LA CATALUNYA I L'ESPANYA CONTEMPORÀNIES

Vicent L. SALAVERT FABIANI (coordinador i compilador): Projecte per a una periodització de l'evolució cientificotècnica a la Catalunya i l'Espanya contemporània 57
Josep L. BARONA VILAR; Josep BERNABEU MESTRE: Propostes i reflexions sobre una periodització de la medicina en la Espanya contemporània 59
Enric MATEU; Salvador CALATAYUD: Les etapes de la història econòmica espanyola ... 63
Jordi CARTAÑÀ PINÉN: Procés d'institucionalització de l'agronomia espanyola. Proposta de cronologia 67
Rodolfo GOZALO GUTIÉRREZ: Propuesta de periodización para la geología y paleontología españolas 71
Santiago LÓPEZ GARCÍA: Propuesta para una cronología de la historia de la ciencia en España desde 1939 a 1998 desde la perspectiva de la política científica y tecnológica 77
Víctor NAVARRO BROTONS; Antoni ROCA ROSELL: Apunts per a una cronologia de la física a l'Espanya contemporània 81
Agustí NIETO-GALAN: Una cronologia per a la història de la química 83
Vicent L. SALAVERT FABIANI: Document de discussió 87

UTILITZACIÓ DE CASOS HISTÒRICS A L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES

Marina CASTELLS I LLAVANERA; Josep Manel PARRA SERRA; Pere DE LA FUENTE I COLLELL (coordinadors): Presentació 95
Josep CUELLO SUBIRANA: La història del coneixement de la reproducció i de la naturalesa dels fongs en relació amb la didàctica de les Ciències Naturals ... 97
Manuel GARCÍA DONCEL: La conceptualització del camp electromagnètic. Intent d'una reconstrucció didàctica de la història (1820-1888) 99

Pere GRAPÍ I VILUMARA: El potencial educatiu de la història de la ciència. El cas de la revolució química 111
Mercè IZQUIERDO I AYMERICH: Relacions entre la història i la didàctica de les ciències .. 115
M. Rosa MASSA ESTEVE: La història de la ciència: un camp per a la iniciació a la recerca 125
Josep M. NÚÑEZ I ESPALLARGAS; Jordi SERVAT I SUSAGNE: Els recursos històrics en l'ensenyament de la matemàtica 129
F. Xavier PARDO DE CAMPOS; Joaquín DE LA GÁNDARA; Joan SANROMÀ: L'ensenyament de la història de la tecnologia en el batxillerat 135
Josep Manel PARRA SERRA: Possibilitat i conveniència d'una aproximació històrica a l'ensenyament del càlcul vectorial 143

ELS INSTRUMENTS CIENTÍFICS (sessió pòster)

Josep BATLLÓ; Àlex FARNÓS: Presentació 151
Josep BATLLÓ; Luis F. ALBERCA: Mesura de l'electricitat atmosfèrica a l'Observatori de l'Ebre 155
Josep BATLLÓ; Arantza UGALDE: Els sismògrafs de l'Observatori de l'Ebre 161
Carme CLEMENTE: La restauració d'aparells científics. L'experiència del taller de restauració de l'Escola d'Arts de la Diputació de Tarragona a Tortosa ... 167
Joan J. CURTO; Josep O. CARDÚS; Lluís GAYA-PIQUÉ; Ernest SANCLEMENT; Joan M. TORTA: Un segle d'instrumentació magnètica a l'Observatori de l'Ebre 175
Lluís GARRIGÓS; Carles MILLAN; Georgina BLANES: Algunes precisions sobre l'origen i evolució del colorímetre: el procediment d'anàlisi de l'Indi de Houtou de Labillardière 181
Lluís R. GAYA-PIQUÉ; Josep BATLLÓ: La secció solar de l'Observatori de l'Ebre 191
Marta GONZÁLEZ; Teresa SUSAGNA; Josep M. CODINA: Col·lecció d'instruments científics a l'Observatori Fabra 197
Víctor GRAU; Carme HERVADA; Olga ALCARAZ: La física al laboratori a l'EUETIB i l'EUETIT a principis de segle 203
Alícia MASRIERA: Consideracions sobre alguns instruments científics del Museu de Geologia de Barcelona 211
Carles PUIG-PLA: Màquines i instruments científics a l'Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona (1764-1824) 219
José G. SOLÉ; David ALTADILL; Luis F. ALBERCA; Eduardo GALDÓN: La secció ionosfèrica de l'Observatori de l'Ebre 235
Lluís VALLMITJANA; Santiago VALLMITJANA: Estudi d'uns microscopis antics de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona 241

COMUNICACIONS

Carla P. AGUIRRE MARCO: Del medicamento específico a la panacea: la introducción de la tiroidoterapia en España, 1893-1898 253
Josep ALSINA I CALVÉS: La anatomía humana en la primera parte de la *Introducción del símbolo de la fe* de Fray Luis de Granada 259

María ÁLVAREZ LIRES: La introducción de la química newtoniana en España: Fray Martín Sarmiento (1695-1772) 267
Aitor ANDUAGA: Los inicios de la cátedra de Física del Aire en la universidad española. Cronología biográfica y científica de Miguel Azpiroz Yoldi (1916-1965) .. 273
Pasqual BERNAT LÓPEZ: La difusió de nous conreus a la Catalunya de la Il·lustració. Les aportacions de la Direcció d'Agricultura de la Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona 279
José Ramón BERTOMEU SÁNCHEZ; Antonio GARCÍA BELMAR: Los libros de enseñanza de la química en España (1788-1845): la aparición de un género de literatura científica 285
Albert BORDONS DE PORRATA-DORIA: Història de la biotecnologia precientífica 295
María Cinta CABALLER VIVES: Oposiciones a las cátedras de matemáticas vacantes en varios institutos de segunda enseñanza a finales del siglo XIX 301
J. Oriol CARDÚS: Els corrents tel·lúrics a l'Observatori de l'Ebre 309
Marina CASTELLS I LLAVANERA: Aplicació del model de Laudan al canvi científic que representa la unificació des d'un punt de vista conceptual de l'electricitat estàtica i de l'electricitat voltaica 315
Jesús Ignasi CATALÀ GORGUES: Daniel Jiménez de Cisneros (1863-1941) i la geologia i paleontologia alacantines 329
José CHABÁS BERGÓN: «Lo compta de la Luna»: lunarios medievales 335
José Javier ESCRIBANO BENITO; Luis ESPAÑOL GONZÁLEZ: Análisis interno de la evolución del libro de texto *Lecciones de geometría analítica*, de Santiago Mundi y Giró 343
José L. FRESQUET FEBRER: La influencia de la medicina francesa en la terapéutica farmacológica española de la primera mitad del siglo XIX 351
Isabel GARAIZAR AXPE: 1897: la burguesía industrial vasca ante la necesidad de una Escuela Superior de Ingeniería Industrial 359
Ferran-Vicent GARCIA FERRER: La cambra fosca: una aplicació didàctica de la història de la tècnica fotogràfica 369
Santiago GARCIA-VALLVÉ; Miguel A. MONTERO; Antoni ROJAS; Antoni ROMEU: Interès per les proteïnes: G. J. Mulder (1802-1880), E. Fisher (1852-1919), R. Willstätter (1872-1942), J. B. Sumner (1887-1955), F. Sanger (1918) ... 375
Santiago GARCIA-VALLVÉ; Teresa MAIRAL; José I. FRANCINI; Silvia PORTA; Joan J. GARCIA-MIRACLE; Antoni ROMEU: De Mendel i les lleis de la probabilitat a la realitat del gen 381
Maria GENESCÀ; Imma LLOMBART: El fons documental cientificohistòric de la biblioteca de l'Observatori de l'Ebre 387
Sebastià GIRALT: Arnau de Vilanova i les propietats ocultes, de la màgia a la medicina universitària 393
M. Lluïsa GUTIÉRREZ: La formació cientificodidàctica dels mestres a l'Escola Normal de Barcelona fins a la primera dècada del segle XX 399
Mercè IZQUIERDO I AYMERICH; Diego PARRA: Relació entre l'estequiometria i l'atomisme. L'escala d'equivalents de Wollaston 409
Josep LLOMBART PALET: Antoni Ribas de Conill (1880-1935) y el «Observatorio astronómico de Cabanas» 417

Joan MARCH NOGUERA: Les aportacions dels jesuïtes de l'Observatori de l'Ebre a la creació del llenguatge científic català modern (1904-1936) 425
M. Rosa MASSA ESTEVE: L'àlgebra i la geometria a Pietro Mengoli (1625-1686) ... 433
Luis NAVARRO VEGUILLAS; Enric PÉREZ CANALS: Gérmenes de invariancia adiabática: Ehrenfest (1911) 439
Josep M. NÚÑEZ I ESPALLARGAS: Jordi SERVAT I SUSAGNE: La cultura alemanya en la segona meitat del segle XIX a Catalunya: la revista cientificoliterària *La Abeja* 445
Josep M. NÚÑEZ I ESPALLARGAS; Jordi SERVAT I SUSAGNE: La difusió de la ciència i de la tècnica a mitjan segle XIX: El *Boletín Enciclopédico de Nobles Artes* i l'*Enciclografía de Industria, Artes y Oficios* 451
Anton PUJOL BERTRAN: 125 aniversari de la farmàcia Ferré d'Amposta. Els seus primers llibres copiadors de receptes (1874-1880) 457
Joan RÀFOLS CASAMADA: Criteris de qualitat de la llet consumida a Barcelona, segles XIX i XX 463
Eduard RECASENS GALLART: Àrees i volums mínims a la geometria de J. Zaragozà .. 469
Antoni ROCA; Agustí NIETO: Antoni Quintana i Marí (1907-1998) i la fundació d'una escola catalana d'història de la ciència 473
M. Amparo SALINAS JAQUES: Un proyecto de instalación del museo paleontológico J. Rodrigo Botet de Valencia en la primera década del siglo XX 485
Cristina SENDRA MOCHOLI: La aclimatación de plantas exóticas en el jardín botánico de Puçol a finales del siglo XVIII 493
Liviu Alexandru SOFONEA: Archaic ore melting furnaces of exceptional historical value, which were used in the Carpathian-Danubian space. Technical, historical, epistemological, metodological, museological and axiological aspects 501
Amparo SOLER; José V. ALEDÓN; Libertad CAPARRÓS; Aitana CHÀFER; Juan A. FERNÁNDEZ; Daniel GOZALBO; Manuel MÍNGUEZ; Gerardo MORA; Sergio RODRÍGUEZ; Vicent L. SALAVERT: La presència de la ciència en la premsa periòdica valenciana en 1898 511
Josep SURIOL CASTELLVÍ: El canal d'Urgell 521
Ángel TOCA: La industria química de la sosa por el procedimiento al amoníaco: una nueva perspectiva historiográfica 527
J. Enrique URIOS VERDEGUER; Vicent L. SALAVERT FABIANI: El delito en la prensa diaria valenciana de finales del siglo XIX: Las Provincias (1875-86) 535
M. VALERA; C. LÓPEZ FERNÁNDEZ: Artículos de astronomía y meteorología publicados en los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* (1903-1937) 541

Llista d'inscrits 551
Índex d'autors 561

PRESENTACIÓ

Antoni Roca Rosell
President de la SCHCT

Les Trobades de la Societat ja són una cita habitual per a la història de la ciència entre nosaltres. Són una ocasió d'encontre i d'intercanvi, de presentació de treballs, de debat. Tot i que el Consell Directiu n'assegura la continuïtat, en cada ocasió hi ha un nou grup humà que se'n fa càrrec, la qual cosa dóna lloc a varietat i noves iniciatives.

Les V Trobades de la Societat van tenir lloc els dies 11 al 13 de desembre de 1998 a Roquetes, Tortosa i Amposta, és a dir, a les Terres de l'Ebre. El nombre d'inscrits ha seguit el procés ascendent, tot i que l'augment és força compensat i permet que l'organització el pugui assumir. Pel que fa al nombre de comunicacions, podem dir que està estabilitzat i sembla que és representatiu del grau d'activitat de la Societat i dels seus ambients d'influència.

Aquestes V Trobades han estat les primeres organitzades gràcies a la Xarxa Temàtica d'Història de la Ciència i de la Tècnica, formada per setze grups pertanyents a diferents universitats i centres de recerca dels Països Catalans. La Xarxa va ser reconeguda el desembre de 1997 per la Direcció General de Recerca de la Generalitat de Catalunya i representa un suport molt important per fer possible l'encontre dels investigadors en el nostre camp.

Tal com havíem decidit, vam tenir dos simpòsiums plenaris. El primer consistí en una sessió de propostes de cronologia per a la ciència i la tècnica a Espanya des del segle XVIII, a fi de comprovar la vigència dels models actualment vigents. La sessió resultà interessant per als presents, ja que constituí, de fet, una visió sintètica de la història de la ciència a Espanya en aquest període. La discussió consegüent ha portat a la redacció d'un document de conclusions que apareix en aquestes ACTES, que esperem que guiï a partir d'ara els nous treballs de recerca.

Pel que fa al segon, sobre l'ús de casos històrics en l'ensenyament de les ciències, aplegà molta expectació, com correspon a l'interès de molts ensenyants per desenvolupar millor la seva feina, entre els quals hi ha molts socis de la nostra Societat. Per aquesta raó i per la transcendència de la temàtica, la Societat té una voluntat clara per desenvolupar activitats directament adreçades al món de l'ensenyament. En l'Assemblea General de socis que se celebrà a Tortosa durant les V Trobades, hom acordà crear una comissió específica per impulsar-les.

Em veig obligat a comentar aquí un fet, en certa manera lamentable, que estic convençut que és completament aliè a la Societat, però que ha pogut afectar la celebració de les Trobades de Roquetes, tot i que, afortunadament, de manera inapreciable per als participants. Després de dues edicions en què s'ha comptat amb un ajut del Ministeri d'Educació i Cultura, aquesta vegada ens fou rebutjat. Donats els antecedents, el suport d'aquest departament del Govern central havia aparegut en tota la nostra propaganda i en els fullets. Crec que, per compensar-ho, és just que faci l'aclariment de la manca de subvenció en aquesta presentació. El

Ministeri no ens ha informat dels motius de la no-concessió, però esperem saber-los aviat, després d'una carta en aquest sentit del desembre de 1999.

Voldria passar ara al capítol de reconeixements. En primer lloc, cal mencionar l'Observatori de l'Ebre, una de les institucions científiques catalanes de més tradició, que estava en una situació complexa pel que fa a la continuïtat de les seves activitats en el moment que convocàrem les V Trobades. Faig vots perquè l'èxit de la nostra reunió, que posà l'Observatori en el centre d'atenció durant uns dies, acabi contribuint a la superació de les dificultats que han existit. La proposta de fer les V Trobades amb seu central a l'Observatori fou de Josep Batlló, que està vinculat (encara que sigui de manera informal) amb l'entitat i amb allò que significa per al desenvolupament de la ciència i, en particular, de la geofísica. Josep Batlló, que ha actuat de president del comitè organitzador, aconseguí reunir els suports necessaris a les Terres de l'Ebre. En nom de la Societat, haig d'expressar el meu agraïment per la seva tasca i per l'acolliment rebut de les autoritats locals (ajuntaments de Roquetes, Tortosa i Amposta, Diputació de Tarragona, Museu del Montsià, Arxiu Històric Comarcal de les Terres de l'Ebre), i per la col·laboració a les empreses i entitats d'estalvi, passant pels professors i els alumnes de l'IES Roquetes, on se celebraren diverses sessions. Destaquem que la visita a l'Observatori tingué la col·laboració d'un grup d'estudiants que l'havien preparada acuradament, junt amb el personal de l'Observatori.

L'edició de les ACTES representa la culminació de les V Trobades. Aquí queden reflectides les aportacions realitzades, per tal d'incorporar-les al patrimoni de la nostra història de la ciència. Amb cinc volums editats, sembla que el pes específic de la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica comença a ser destacable. I això és així gràcies als seus socis i a les persones i entitats que ens han donat suport.

Barcelona, febrer 2000

CONFERÈNCIES

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 13-35

MULTIDISCIPLINARY PROJECTS TO LOOK BACK ON THE ROOTS OF SEISMOLOGY

Graziano Ferrari
SGA Storia Geofisica Ambiente, Via Bellombra 24/2, 40136 Bologna, Italy, e-mail: ferrari@sga-storiageo.it

Summary: *The material traces of seismology –instruments, seismic recordings, letters between scientists– represent a scientific and cultural heritage of high relevance, but unfortunately they are often abandoned, scattered or even destroyed. It is thus necessary to start concrete, scientifically developed initiatives to stop such a heavy, progressive loss. Instruments, seismic recordings and scientific letters must be recovered and brought out on behalf of seismologists, using the tools of science history. Important results were already yielded by three initiatives: the former has been carried out in Italy; a second one on a European scale and the third one on a worldwide scale. In Italy, a census has been done of the historical potential of meteorological and seismic observatories, and of seismic instruments and recordings, besides providing information about the availability of scientific correspondence archives. In Europe, the census done by the Working Group of History of Seismometry allowed the discovery of information regarding the operative condition and the data availability of over 400 instruments since 1892. With the creation in 1998 of a specific Sub-Committee IASPEI, the initiative of the research, that is, the cataloguing and recuperation of the material heritage of seismology, has been extended to the entire world.*
As far as scientific letters are concerned, a similar experience was recently carried out in Italy: the rich seismological correspondence which spread in Europe in the 18th century and later, was gathered, microfilmed, sorted by subject and set by date of production. A further step was the computerized classification of these letters by the set–up of a complete database of the scientific letters concerning seismology. As a result one can now have fast access to the sources for scientific research.
Experiences made up to now have established clear goals, users, procedures and protagonists of the recovery. These initiatives must be taken in a coordinate and multidisciplinary reference framework, where each experience can be spread and shared by scholars and institutions.

Keywords: *history of seismology, old seismograms, scientific correspondence, scientific instruments*

Cultural heritage vs. scientific value

In the last few years more and more sensitivity and attention have been paid to the possible contribution of historical seismic information to the study of seismology. Seismolo-

gy is one of the few scientific disciplines for which historical records are often of the greatest importance to corroborate statistical and deterministic patterns of the seismic dynamics of an area. Only think of the self–evident importance of historical seismology studies for the assessment of seismogenetic potential and of seismic hazard of an area.

As far as instrumental seismology is concerned, the study of the historical seismograms of the strongest earthquakes that occurred in the 20th century is of fundamental importance for the knowledge of seismogenetic patterns and potential of the examined areas. This does not necessarily mean that historical instrumental records are directly comparable with the present ones, nor that they have the same informative potential of modern recordings: modern instruments have superior technological characteristics, and, in addition, modern instruments and historical ones were planned within different scientific paradigms and, thus, for different purposes. Nevertheless, this concept is not taken for granted by that part of the scientific world that considers the history of a discipline (in our case, the history of seismology) in a finalist way.

Owing to historical and cultural reasons, it is hard to recover and bring out the seismological tradition. On the one hand, the extraordinary heritage of recordings, documents, and scientific letters is often scattered because of the vicissitudes of the observatories (Fig. 1). On the other hand, large part of the seismological world is convinced that scientific progress is strictly associated to technology. From this point of view, every experimental effort aimed at recovering records of the past is considered a useless waste of human resources and money. The scientific and financial problems that burden seismologists lead them to consider those aspects more as cultural or museological rather than as really useful for the growth of seismology.

Since 1990 were started up three projects for the recuperation of the scientific tradition of Seismology: one Italian, one European and one world–wide. The first project, promoted by the Istituto Nazionale di Geofisica and named TROMOS was the reference point on which afterwards were based the ESC for a European WG and IASPEI for a world–wide Sub-Committee. The aim of the three projects is to stress the problem of the recovery, the census and the scientific and cultural potential of the heritage of seismology. In addition, the intention was to tackle this demanding task from a multidisciplinary point of view, by overcoming the cultural bounds that often divide different disciplines like seismology, history or history of science. The recovery of the historical memory of seismology is not only important, both scientifically and culturally, but also possible.

Instruments or seismograms

The interest of historians of science in the material heritage of instruments and of seismological documents is not surprising, but why should the seismological community (and more in general, a scientific community) be interested in the recovery and protection of this heritage? To answer this question it is not enough to remember the undoubted scientific and cultural value of that heritage. The use of recordings of earthquakes or of phenomena that can be connected with them (tide gauge recordings, electromagnetic disturbances, piezometric variations, etc.) on the part of seismologists is well established. However, instrumental recordings have only in the last twenty years reached a satisfactory level of standardization at

a worldwide level. But anyway, perhaps the only way to obtain useful indications about the characteristics of the origins of big earthquakes such as that of San Francisco (California) in 1906 or of Messina (Southern Italy) in 1908 is to look again at the historical recordings. These were the only major events, in the respective areas, that occurred during the period of instrumental seismology and that were recorded all over the world with instruments that are seldom used today.

Historical seismograms are of great importance not only for the study of single events, but also to expand the instrumental data catalogue. However, it is not so easy to find them. For example, few people know the difficulties of a seismologist who wants to improve the study of an earthquake by using original seismograms recorded in different parts of the world, which is even difficult with the seismograms recorded in his own country. Basically, this is due to the following reasons:

- the latest availability of these seismograms may or may not be known;
- the seismograms may or may not be available;
- if the seismograms are still available, they may or may not be ordered and complete.

In addition, many observatories are no longer in possession of their most important seismic recordings because they were sent to some scholars and never came back. It should be borne in mind that superficial investigations do not allow to see the difference between the actual absence of important seismograms and the absence of reliable information about them.

The first time a seismic instrument was mentioned in a scientific document was in 1703, when the astronomer Jean De Haute-Feuille described his mercury seismoscope. The construction of this instrument has never been described, as has happened to the other ones. Similar mercury outflow seismoscopes were the subject of experiments by the Italian abbot Atanasio Cavalli who even made a seismoscope with time recording (Fig. 2). In 1818 Nicolò Cacciatore, director of the Astronomic Observatory of Palermo made a seismoscope that was similar to the one described by Haute-Feuille. In the early 1870s, Timoteo Bertelli planned his study of the slight and natural movements of pendulums on the disturbances to astronomic observations (Ferrari, 1994, 182). The publication of the results of his experiments started a lively debate that directly involved Michele Stefano de Rossi. The thorough experimental activity led by both scientists, testified by the great number of letters, led to the planning and to the improvement of the tromometer, a simple pendular instrument 150 cm long, the first standard instrument for a seismic network on a national scale (Ferrari, 1994).

In the first half of the 19th century, James David Forbes and Robert Mallet tried to establish a scientific approach to earthquake observation (Mallet, 1853-1855; Melville; Muir-Wood, 1987; Dean, 1991; Musson, 1993). Yet they had not enough earthquakes to observe, as they were not strong and not frequent. So in the last decades of the 19th century, John Milne, James Ewing and Thomas Gray were obliged to «emigrate» to Japan. There, in one of the most dangerous seismic region as for the frequency and magnitude of earthquakes, they laid the foundations of one of the most active seismological communities in the world (Ferrari, 1997a). Emil Wiechert in Göttingen and Prince Boris B. Galitzin in Pulkovo (early in the 20th century) can be considered two emblematic cases, both for their position and their scientific experience (Ferrari 1992b, 136-148). They both carried out their experiments in seismic laboratories located in former important astronomic observatories. Wiechert made a two-horizon-

tal components astatic seismograph based on a reverse pendulum with a heavy mass and an air-damping system. Galitzin chose polarized horizontal pendulums on a single horizontal component with a type of astatization that had already been used by Zöllner (1869) or by von Rebeur-Paschwitz (1889) for their inclinometers. Galitzin, too, applied a damping system, but it was of the electromagnetic type. The recording methods used (Wiechert chose the mechanic one on smoked paper, while Galitzin chose a galvanometric optical lever on photographic paper) fostered the debate concerning qualities and defects of both approaches amongst experimental seismologists all over the world. Basically, mechanical recordings had these qualities: a slighter recording track, for a more precise reading of seismic signals; re-usability, upon re-smoking, of papers that were used before, but without seismic recordings. Their limits, on the other hand, were: the necessity of a heavy mass to overcome the friction of nibs upon smoked paper and to improve the instrument's sensitivity. Wiechert himself had a 17,000 kg (V = 2200, To = 1.2 sec) astatic horizontal seismograph made and installed in Göttingen (Wiechert, 1906), whereas in Switzerland de Quervain-Piccard seismographs (22,000 kg) were installed (Pavoni, 1990). Good characteristics of Galitzin seismographs were the lack of friction in the phase of recording on photographic paper and the possibility to vary the amplification of the instrument augmenting the distance of the recorder from the transductor galvanometer. The main defects were the lesser clearness of photographic recordings compared with mechanical ones, the fact that photographic paper was more expensive than smoked paper, and that already exposed photographic paper without trace of seismic recording could not be re-used. The instruments made by Galitzin and Wiechert were the highest achievement up to that time (Zöllner, Rebeur-Paschwitz, Ewing, Milne, Forbes, Cecchi and Vicentini). They were the turning-point for European and worldwide seismometry. The static amplification (V) reached values (1000-2000) that were unknown until then; new opportunities for the detection of regional earthquakes and teleseisms appeared. From the 1880s to the 1930s European seismology had a fundamental influence on the development of seismology in other continents. In the last decades of the nineteenth century, one of the most fertile and complex periods in the history of seismology, two different scales of approach, although as yet far from inspiring paradigms, can be seen in the planning and in the strategy for the diffusion of new seismic instruments. Both historical and geodynamic factors influenced the theoretical and above all experimental paths taken by the first European seismologists. The first approach was that the instruments and observation points developed by Italian scientists were designed to interpret seismic events on a local or a national scale. This is explained by Italy's high level of seismicity and by the scientists' feelings of a new national identity (Ferrari, 1992b; Boschi; Ferrari, 1994, 126). By contrast, scientists in countries with a long established national identity but a lower level of seismic activity –such as Great Britain or Germany– conducted their studies on a more global level: i.e. Milne, Wiechert, Gutenberg. This view of the earth as a single scientific laboratory was the inheritance of the European tradition that Beno Gutenberg brought to Caltech in Pasadena in the late 1920s. He was to bring about a radical change in the «local» perspective of American seismologists of that time (Goodstein, 1984; Goodstein; Roberts, 1988). These few cases are aimed at displaying how various and complex were the different historical and scientific paths that could be covered in the history of seismology; however, they neither render a chronological development, nor represent a range of historical or scientific values. Some further thematic investigations can be found in few bibliographic references (Davison, 1927; Dewey; Byerly, 1969; Ferrari, 1998a, b, c).

The documents, often unpublished, regarding the scientific debate about theories, patterns, scientific experiments, etc. is another aspect, actually not much examined, that contributes to the scientific value of the material heritage of seismology. Leaving aside, for the moment, the opposite points of view concerning method and scientific paradigms of major historians and philosophers of science like Kuhn (1970), Feyerabend, Lakatos (1970, 1971, 1978), Howson (1976), or Lakatos and Feyerabend (1995), it is important to revise some scientific processes that were inexplicably left out. Why did some research lines have followers and others not, and why were interesting processes abandoned?

The lack of a steady historiographical practice in seismology can also be recognized in seismological texts, where the historical paths of seismology are often reconstructed as a linear interpolation of some selected scientific events, therefore implying a sort of coherent plan of development for this discipline. Thus the discussions, the scientific, theoretical and experimental debates that produced a theory, a pattern or an instrument, are filtered. The recovery of the scientific contents of historical instrumental data is an important stage also in the perspective of its cultural use.

Scientific and historical documents

Undoubtedly instruments played a major role in the development of the science of earthquakes. Many historians of instruments have confirmed this, even stating that modern science would not exist without instruments (Turner, 1983). This statement can be shared, at least partially, though it would not be possible to reconstruct the history of seismology through the instruments alone, nor even a history of the instruments themselves. It is necessary to reconstruct the history of a scientific community that should be considered not as a whole, but as the single individual contribution of scholars from different national scientific traditions. To reconstruct this sort of mosaic it is necessary not only to describe instruments and provide biographical sketches of scientists or theoreticians, but also to stress their limits with regard to contemporary interpretative models. It is necessary that such reconstruction take place in a diachronic perspective, i.e., composing biographical sketches, instruments, theories, etc., side by side, placing them back to their own scientific, historical and cultural contexts. Therefore, it is necessary to find out, recover and study scientific and historical documents connected to the activity of scholars, to the observation and research places, to the instruments, etc. Without the use of historical documentation, it would be impossible, for example, to document and analyze, both historically and scientifically, the long period of experimentation with various types of instruments, often very distinct in form and function. Unlike those in other fields, seismological instruments up to the end of the last century –and in Italy even later– had no tradition of instrument manufacturers and their construction was often entrusted to local artisans or university workshops. In addition, even instruments with a given standard level were modified in different places and times in order to relate them to new interpretative contexts. For this reason it is particularly important to study the techniques of construction and experimentation of these instruments, relating them to their historical and scientific context. The materials we examine are mostly seismograms, instruments, documents related to the scientific and institutional activity of research agencies and of scholars. Last but not least, we have letters written by scientists and libraries of seismological institu-

tions. These libraries are interesting not only because of the texts that can be found there, but also for the places in themselves, that are often like a «mirror» of the scientific history of the institutes which they belong to. As outlined above, documents preserved in old seismic observatories testify about the scientific debate; letters, above all, are the «connective tissue» of early seismology from the last 25 years of the 19th century.

Scientific historical letters in seismology

The scientific letter collections of seismology are generally rich (some scholars can get up to 10,000 letters, see Fig.3), and extraordinary tools to understand the evolution of theories, of scientific institutions or, in general, of experimental paths. Among the historical materials produced by scientists in general and by earth scientists in particular, letters play a special role both in the reconstruction of the development of seismic instruments and in the analysis of the different phases of development of seismology (Ferrari; Bianchi, 1997).

The first scientific observations of earthquakes, deeply connected to the study of meteorology, began around the 18th century; initially with the simple observation of seismic phenomena, then, in the second half of the 19th century, with the birth of a real science. The first scholars not only observed but also designed, planned and often personally built the instruments for earthquake detection and recording. The study of their letters has made it possible in some cases to reconstruct the phases of planning, building, improvement and functioning of the different seismic instruments. This persisted until the end of the 19th century, that is to say, as long as the letters between scholars still made up the most customary system of scientific comparison of ideas, theories and experiments.

The close mutual relationship between the meteorological, astronomical and seismic observation methods can also be noticed in the content of the letters: one can find meteorological, astronomic, seismic and geomagnetic observations, advice about the design and building of the observation devices, theories and proofs complete with drawings, tables and diagrams, instrumental recordings and methods for the calculation of earthquake parameters. Scholars often discovered connections between the observations of the various phenomena: earthquakes with meteorological displays or with astronomic phenomena, etc. In Italy a large number of documents concerning the birth of the seismic observation network has been traced (Table 1).

Table 1. Some correspondence of seismological and meteorological interest still existing in Italy

correspondence				
Francesco Denza (Moncalieri, Vatican)	1856 –	1894	>9,000	1,400
Timoteo Bertelli (Florence)	1870 –	1905	~ 500	200
Guido Alfani (Florence)	1901 –	1940	>10,000	1,300
Pietro Tacchini (Rome, Modena)	1861 –	1900	4,300	800
Alessandro Serpieri (Florence)	1843 –	1885	1,100	200
«Valerio» Observatory (Pesaro)	1876 –	?	~ 500	?
«Nigri» Observatory (Foggia)	1876 –	?	>1,000	?
Observatory of the Seminary (Chiavari)	1883 –	?	~ 200	?

Scientific correspondence in observational seismology has been taking on a particular role. Earthquakes are extreme natural events that can affect areas that are often very wide, whether destructive or not.

Before the achievements of instrumental seismology, macroseismic questionnaires were extensively used for the study of the interaction between earthquakes and inhabited territories. Now they are still being used as tools of investigation and are considered not alternative, but complementary to instrumental ones.

In Italy, Alessandro Serpieri was the first to gather information through the circulation of a questionnaire in the area affected by the earthquake of 12 March 1873 in Central Italy. Since then, macroseismic questionnaires have been structured with regard to the evolution of seismic scales (de Rossi-Forel, Taramelli-Mercalli, Mercalli, Mercalli-Cancani-Sieberg, etc.) and are still widely used. According to an approximate estimate (Ferrari; Bianchi, 1997), over 35,000 seismic questionnaires were produced in Italy in the last 20 years of the 19th century. This particular method for gathering scientifically usable data has survived almost unchanged for over 100 years. This method starts from and intermingles with scientific correspondence in a broad sense.

Filing and coding letters

The experimental stages in the development of seismology, the debates among the scholars of that time, and the creation of a seismic network all over Italy, are documented by the material gathered in the course of the TROMOS ING-SGA project (Ferrari, 1992b).

In the last few years some research projects carried out census and filing of scientific correspondence relating to Earth science in Italy, with different approaches, both regarding the selection of letters from the whole correspondence and concerning the elaboration.

Materials of all sorts have been traced in the course of this project in all kinds of conditions. Some letters have been preserved in excellent conditions; others have been spoiled by time's wear, by mutilation due to the removal of the stamps, etc. In the development of that stage of the project, SGA set up a specific approach for the recovery, census and cataloguing of the letters that were found. First, letters and manuscripts have been microfilmed on 16 mm. films; they have been sorted by subject, set in chronological order with distinction between incoming and outgoing correspondence. Afterwards, the pre-inventory of the documents has been carried out with concise lists of the groups of materials to be analyzed. As soon as the importance by subject and historical period was established, SGA inventoried and indexed the documents by giving a numeric code to each letter, then it summarized (and fully transcribed when necessary) the most important documents. In this phase the codes given to each document provide data about the content of the letter, independent of the language of the summary (Tables 2 and 3). This coding allows easy use of these groups of letters, limiting the number of the documents to refer to and to translate if necessary, in order to get the information required. This allows a considerable saving of time, greater reference efficiency and a very low cost/benefit ratio. This codification method allows a scholar to identify the letters he is looking for without being obliged to read the whole content or the summary of hundreds of letters in a language he does not know.

Table 2. List of codes associated to the letters' state and content
Codes associated to the different states and contents of the letters, divided into main classes.

Library Science Information	
Code	
1	Document: signed (Lf,cf) or not (Lsf,csf)
2	Identified date
3	Existence of heading
4	Number of pages of the document
5	Document integrity
6	Existence of enclosures
7	Drawings within the document
8	Tables within the document
9	Graphics within the document
20	The summary was drawn by the addressee
Scientific content	
10	Information about earthquakes or any other natural phenomena
11	General notes of scientific character and private notes
13	Description of scientific instruments or parts of them
14	Description of scientific experiments or measurements
History of science	
12	Explication of scientific theories
13	Description of scientific instruments or parts of them
14	Description of scientific experiments
15	References to associations (Academies, Scientific Societies etc.)
16	References to manuscripts or editions related to the two correspondents
Cultural content	
17	Private letter
18	Contents of the letter (references of scientific/historical character)
19	References to manuscripts or editions not pertinent to the sender or to the addressee

Scheme of the summarization

The computerized classification of the letters contains 19 different codes, each of which corresponds to a field in a database. These codes are listed in Table 2. The field holds the abstract of the content of the letter. Therefore, each document is identified by the summary and by 19 identification fields that are equal for all of the documents. The codification of the contents allows the creation of document subsets with the progressive narrowing of the quantity of the material to be examined. This process should produce a brief but effective summary (in general no more than 5-6 lines) showing the name and surname of the sender, of the addressee, abbreviated with his initials (Table 3).

The correspondence cataloguing carried out with this classification allows one to use the materials sorting by specific subjects. Above all, it allows fast access to the sources for scientific research. Therefore, the user can take advantage of the contents in short time.

Elaboration of scientific correspondence data

There are basically three levels for the pre-processing of information available in scientific letters: total transcription, summarization and coding. In principle, one level does not exclude the other; still, reasons generally connected to financial, strategic or research goals suggest one or at most two of them. If two levels are chosen, the coding can be connected with total transcription or summarization.

Total transcription allows one to use the contents of the letter completely and contextually. Summarization allows one to compare a great number of letters quickly and synthetically, confronting them on a chronological and thematic base. Details are lost, but the historical plot of a period, or of an aspect, or of a biographical sketch is emphasized. Finally, coding allows one to gain a more statistical and global view on a broader scale –national and continental– where the analysis of cultural trends on a statistical basis is pointed out rather than the contents of each single letter.

On the one hand, scientific texts and publications generally are the framework of scientific knowledge. On the other hand correspondence amongst scientists emphasizes the more complex and human plot of the growth of scientific thought.

In order to bring out this considerable historical and scientific heritage, an articulated approach has been set up and tested for the recovery, census, cataloguing, indexing and coding of letters of Italian seismologists and meteorologists. The different elaboration levels mentioned of such correspondence, and the potentiality of circulation of data on electronic file, above all on the Internet, may help to create a basis of shared, diffused knowledge for a real comprehension of the historical paths of seismology.

Table 3. Example of summarization and coding of a letter sent to Francesco Denza

Summary

374125 (bibl. code). Lettera di BT da Firenze a DF in Moncalieri, 7/XII/1873.
Dà le notizie sulle osservazioni declinometriche durante l'eclisse di maggio, dà poi le perturbazioni del suo tromometro per i primi giorni di dicembre. Si compiace che dRMS approvi il il progetto di DF per le osservazioni sismiche nella stazione Alpina, e aggiunge: «Per me ho un'intima convinzione che gli studi microscopici sismici debbono aprire un vasto campo alla scienza meteorologica e alla fisica terrestre.»
• Codifica del contenuto: 1 Ls; 2 «2»; 10 Ecl; 11 Gsn; 14 Deob/Trob; 15 AMN.

Translation
374125. Letter of BT (Florence) to DF in Moncalieri (near Turin), 7 Dec. 1873.
He gives news about the declinometric observation during the eclipse of May. Then he gives information about the disturbance of his tromometer early in December. He is happy because de Rossi approves of DF's project to collect seismic observation in the Alpine station and

says: «I'm sure that the microscopic seismic studies must open a wide field to the meteorological and earth physics sciences».
• Coding of the contents: 1 signed letter; 2 «2 pages»; 10 Eclipse; 11 General scientific notes; 14 Declinometric observations / Tromometric observations; 15 Alpine Meteorological Network.

Short biographies
BT Bertelli Timoteo (Bologna 1826–Florence 1905)
Indefatigable observer of seismic pendulums, bolognese Barnabite, he taught physics at the boarding school «alla Querce» in Florence, where he installed and improved seismic instruments setting the basis for a measuring method in seismology from 1870 to 1905 (the year of his death).

DF Denza Francesco (Naples 1834–Moncalieri 1894)
Barnabite, he worked in Moncalieri from 1856 to 1894; he was one of the founders of modern Italian meteorology; he established the first private meteorological network in Italy, starting the publication of the first bulletin in 1865. Corresponding with Bertelli and de Rossi, Denza helped to carry out the national meteorological network that proved itself of the utmost importance for the creation of the first seismological network.

dRMS de Rossi Michele Stefano (Rome 1834–Rome 1898)
de Rossi was the inspirer of the first Italian seismic survey and the founder of the first nucleus of the Italian seismological community. Distinguished Roman scientist, great experimenter but above all ardent supporter of a constant observation of geodynamic phenomena from the most numerous observers. He was the first director of the first Italian geodynamic Observatory, the Rocca di Papa one.

Example of the summary of a letter from Timoteo Bertelli to Francesco Denza selected from the database of TROMOS. The summaries can be selected by the general code of the sender –BT in this case– or of the address (DF), by date or by content code. The codes linked to the summary allow its selection every time their value meets the user's requests. In this case, if the user requires letters referring to eclipses, or to scientific experiments, this summary will be extracted from the database. Simple or multiple selections are possible. The value each code may take can be simplified in order to allow a reduction of time and of errors during codification. For example, in code no. 1 «signed letter» is indicated as «Ls»; «letter not signed» is indicated as «Lns». In code no. 10, the phrase «general scientific notes» has been simplified into «Gsn».

In the final output of the selection, the code values have been indicated in full detail. In case the coding takes more time than expected, it is possible to activate a code with a value Y without further specifications.

In this example, the code values are synthesized in the Italian version of the summary and are given in full in the English translation.

Seismologists or historians?

As outlined above, the multidisciplinary approach of seismologists and historians is part of a rather steady practice in some applicative aspects of seismology. A concrete example is provided by the studies of historical seismic scenarios related to historical seismology (Guidoboni, 1998). In the field of historical seismometry or of the history of seismology, a convergence of competence and of different disciplinary approaches on the part of historians and of seismologists has not yet been noticed. Both seismologists and historians have been working separately up to now, sometimes ignoring, sometimes shunning one another. Paradoxical situations often happen: seismologists do not know where instruments and historical materials can be found, while historians often preserve but do not thoroughly understand those instruments or those documents which scientists are looking for. As outlined above, one should not lower the history of seismometry to the chronological order of appearance of seismic instruments; these events should, instead, be connected to the scientific, cultural, economic reasons which produced them, that is, to connect the study directly to the history of scientific thought within the framework of Earth science in the world. The increasing specialization of seismology in the last 100 years, together with the fortuitousness of some seismological discoveries in other fields of science, suggest that it is necessary to view the history of seismology beyond the disciplinary frame of seismology. In seismology, too, as in other scientific disciplines, some important observations and discoveries come from casual events that happen during other experimental observations. For example, the first recording of a distant earthquake (Japan, 17 April 1889) was made by chance with a Rebeur-Paschwitz apparatus, a modified horizontal Zöllner pendulum (von Rebeur-Paschwitz, 1889). Two specimens of such instruments were installed in Potsdam and in Wilhelmshaven in order to observe the slight motions of the ground. Von Rebeur-Paschwitz noticed some disturbances in the recordings, the most remarkable of which was on 17 April. Only after reading on Nature (13 June 1889, p. 162) about the Japanese earthquake, could he explain the seismic origin of such disturbances. We have previously mentioned that the designs of several seismographs (i.e. Galitzin horizontal seismograph) were inspired by the functioning principle of the Zöllner instrument. It should be stressed that Zöllner, too, had first noticed that his horizontal pendulum, which he had designed to study tides, could also record earthquakes. Another notable instance of chance in earthquake detection and recording by instruments designed for completely different purposes occurred in occasion of the Chilean earthquake of 1960. Ness et al. (1961) recorded long-period earth motions on a LaCoste-Romberg tidal gravity meter following the main Chilean earthquake of 22 May 1960, with periods ranging from 3 to 55 minutes. The recovery of the seismology heritage, both in a speculative and cultural way, needs seismologists and historians of science to work together, because seismologists know what they are searching for, but historians have the disciplinary tools to do it. In addition, dialogue and close relationships between seismologists and historians are of fundamental importance for the growth of a multidisciplinary historical-seismological community.

How to preserve? Potential and perspectives of coordinated research

Once the reference frame has been defined where the scientific and cultural recovery of the heritage of seismology can be set up, it is necessary to outline what has been done

up to now and what can be done for the future. To do that it is important, first of all, to understand the reasons for loss or neglect of historical material. As mentioned above, in the area of seismic research this neglect and loss was in the past a very common occurrence. The reasons for this are many and to some extent different from those in other areas of science. If we disregard the most common causes of loss, such as neglect or physical destruction resulting from war or natural disasters, we can say that two things have determined whether the instruments and documentation of the seismological tradition have survived or not. The first is the great number of changes that have occurred in the network of observation, reducing the role and importance of individual observatories. The second consists in the particular nature of the development of the instruments. In Europe and, as far as my own experience is concerned, in Italy, since the early days to the first decades of this century, the production and use of seismic instruments took place within a network of observation significantly different from that of today. The evolution of this network is complex, both because of the different types of centres –public and private– that have contributed to it, particularly in the last hundred years, and because of the significant changes that have occurred in the methods of earthquake recording as a result of theories of interpretation and advance in technology. The present need to detect even smaller earthquakes and the increased man-made noise makes it necessary to place the sensors in areas where there is the least human or natural (wind, sea etc.) noise. Furthermore, in recent years, the increasing importance of seismic monitoring in the role of the organizations for civil defense has hastened the process of centralization –by radio, telephone cable or satellite– of the seismic signals picked up by sensors all over the country. Thus the relationship between the observatories and the coordinating bodies has changed even if, fortunately, this has not always resulted in the disappearance of the observatories or their research tradition. In some cases, observatories were established by private initiative. Often, in such cases, that led to the risk of loss and of scattering: the death of the founder or of the last director of the observatory could lead to the termination of its activity and to the loss of its production.

The second element that has significantly conditioned the loss or scattering of historical, and particularly instrumental, material is the way in which seismic instruments developed. In the second half of the nineteenth and the first decades of the twentieth centuries, the construction of instruments or the improvement of the extant ones sometimes involved the reuse of pieces or materials salvaged from obsolete instruments. Many mechanical instruments were, until recently, «improved» or modified in order to conform with the performance of electronic instruments (Boschi; Ferrari, 1994, 127-128). The results of these alterations are highly questionable, both from the historical and the scientific point of view. The historical changes are very evident, since they often destroyed original technical solutions, significantly altering the characteristics of the instrument. Scientific changes should demand a necessary quality for all procedures involving measurement: the comparability of the measurements carried out with those made on other instruments. As a result of these alterations, this quality is often missing, and leads to highly questionable data.

In these last few years, undertakings for the recovery of the historical heritage of worldwide seismology have seldom been made. Also, a seismological emphasis has often been imposed, i.e., the scientific aspect was the only one to be stressed within the whole «historical-scientific» operation. Moreover, it should be pointed out that the reasons for the incomplete achievement in this sector (compared with its potentiality) are due both to organization problems and to this discipline's sector, which often delegitimates the work done by

those who believe in the scientific and also in the cultural value of such recovery operations. Important initiatives of recovery, microfilming and electronic scanning of historical seismograms have been recently carried out in the world (i.e. Glover; Meyers, 1988; Qu, 1988; Umeda; Ito, 1988). However, often a lot of historical seismograms were not successfully interpreted because of the lack of information about the instruments or about their dynamic characteristics (Ferrari, 1992b). In fact, accurate knowledge of the dynamic characteristics of the detecting and recording instrument is vital in the interpretation of instrumental seismic recording. As pointed out by Kanamori (1988) the most common problems in analyzing historical seismograms are: unknown instrument constants, missing or uncalibrated time marks, large solid friction between stylus and recording paper, no damping device, cross-coupling between the N-S and E-W component and unknown polarity. Therefore, calibration of the dynamic characteristics of the original historical instrument is necessary when carrying out historical recording (see e.g. Herak et al., 1997). Then, the necessary reconstruction of a sort of «anamnesis» of the variations made to the constructions and dimensions of the instrument which might influence its dynamic behaviour, is an important part of the bringing out of the seismological heritage. According to this direction, the TROMOS project has been started in Italy, with the microfilming of 5,000 historical seismograms, as described below.

The TROMOS Project

At the beginning of 1990 the Istituto Nazionale di Geofisica began working on the TROMOS project devoted to researching, recovering, restoring and re-establishing of the historical heritage of scientific earthquake observation in Italy. The name of the project refers to one of the most fruitful periods in early seismology. In 1872, Timoteo Bertelli, one of the pioneers in this field, drew on the Greek word trómos to name the instrument he had made to observe and measure the tremors of the earth –the tromometer. The project is not confined to strictly seismological disciplines, embracing as it does the history of science, scientific instruments and technology. The chief aims of the project are:

- the listing of the centres of meteorological and seismic observation operating in Italy from the eighteenth century to the present day, with details of the present whereabouts of the relevant materials and historical instruments;
- the restoration of some of the most important historical seismic instruments in Italian meteorological and seismic observatories;
- the reproduction of the historical seismograms of major Italian earthquakes recorded in this century in the European centres;
- the publication of the historical and scientific results of the research carried out.

The listing of the observation centres

A specific index system has been created for the storing of information gathered from the systematic collection and analysis of published and unpublished contributions uncovered in the course of the research. A specific database has been designed for the electron-

ic storage of the indexed information. The Banca di dati dell'osservazione scientifica dei terremoti in Italia (secc. XVIII-XX) (Databank of the scientific observation of earthquakes in Italy –18th to 20th centuries) includes bibliographic, descriptive and illustrative information relating to instruments, observations, scientists and instrument-makers. We can summarize the numbers of the research: 5,500 bibliographic and documentary sources together with information related to over 1,000 meteorological and seismic observation centres (Fig. 4), over 600 instruments (Fig. 5) and 250 scientists and instrument-makers. Over 10,000 historical and scientific sources (eighteenth – twentieth centuries) have been identified and analyzed including: scientific publications, recordings in manuscript, seismic bulletins and letters between scientists. Over 5,000 letters have so far been individually and partially microfilmed, analyzed and classified by the above described original method (see also Ferrari; Bianchi, 1997). Besides this storage system, the databank includes other menus capable of producing a synthesis. Thus it is possible to enter all the indexed information discovered during research in any order and then retrieve it according to individual requirements. In the second phase of the project both the general and the more detailed information have been analyzed in greater depth in various ways: – the identification of observatories still in operation or centres that still keep historical scientific instruments and documentation; – visits to particular historical centres and the rapid listing of the relevant documents and instruments. Over 50 historical observatories or centres with a tradition of recordings have been visited (Fig. 4). Out of more than 600 instruments listed in the databank, about 150 have been identified and photographed in the Italian centres visited. Many individual parts of the instruments have been photographed, catalogued and classified in the databank according to various keywords such as: type, function (supposed or certain), materials, manufacture, probable provenance etc. Out of the total number of meteorological or seismological centres, the history of more than 60 has been recorded extensively with the principal historical references. More detailed information about the results of the TROMOS Project are available in Ferrari (1992b, 1994). In addition, the historical development of 126 instruments and the scientific biographies of 120 scientists and instrument makers are described in detail. These historical details, besides giving us a historical and scientific picture of the centres, instruments and protagonists of seismology, represented an indispensable element for a complete historical and cultural framework for the planning and making of specific directions of research. Since 1997 in an internet web (http://storing.ingrm.it/tromos) site presents the most important information about instruments, observatories and scholars in Italy from 1731 up to 1950.

Restoration of important historical seismic instruments in Italy

In the period 1990-94 the TROMOS project has so far carried out the restoration of 90 instruments (Figs. 5-6). The entire collection of seismic instruments of the Collegio «alla Querce» in Florence belonging to Timoteo Bertelli and his successor as head of the observatory, Camillo Melzi d'Eril, has been restored. The archives have been recatalogued, the most important scientific documents (including the seismograms) have been reproduced on microfilm and the scientific correspondence of the observatory has been re-examined in depth. This, together with the restoration of the entirety of the school's seismic instruments, has made it possible for the valuable scientific and cultural inheritance of one of the most impor-

tant historical centres in the history of seismology to be exploited to its fullest extent. The restoration work is generally aimed at reinstating the correct functioning of the instrument in order to carry out the above-mentioned calibrations thus allowing a re-reading of the historical recordings for current scientific purposes. It should be emphasized that this work of restoration, reduced to the essential minimum, is the result of wide and careful study of historical documents describing other similar instruments available in Italy and abroad. It is more a practical necessity than a restoration procedure. Moreover, all the restoration work is documented for future reference. Not only large instruments like the Wiechert 1,000 kg horizontal astatic seismograph (Fig. 6), but also smaller instruments such as a portable tremitoscope have been restored. In some cases, historical copies of particularly rare instruments have been made (e.g. the above mentioned de Rossi portable tremitoscope) (Ferrari, 1992b, 106). The duplication of the prototype of the Palmieri seismograph (1856) is in process; the instrument is kept in the Museum of Palaeontology of the University of Naples (Palmieri, 1859; Ferrari, 1991, 29; 1992b, 54-57). The duplication includes the integration –drawn from rare photographs– of the recording device lacking in two clocks: the former was supposed to indicate the time of the recorded earthquake and the latter supplying the recording drum. In some cases the available elements make it possible to reconstruct missing instruments from individual pieces traced in different institutions. The most intriguing case is that of the dual speed Agamennone microseismograph. Complementary parts of three different specimens of the instrument available in the Fabra Observatory, Barcelona (recording system), in the «Pio Bettoni» Observatory, Salò (mass) and in the Central Office of Agricultural Ecology, Rome (small parts of the mass-recording system transmission) allowed the reconstruction of one original piece out of three instruments (Ferrari, 1994, 133).

The ESC Working Group History of Seismometry

In 1991 the European Seismological Commission (ESC) set up the Working Group History of Seismometry (WGHoS). The aim of the WG is to improve the co-operation between seismologists and historians of science and scientific instruments in the retrieval, study and evaluation of the historical heritage of scientific observation of earthquakes in Europe. The project was based in Europe but contributions, suggestions and future developments can involve the whole seismological community. Starting from the experience of the TROMOS project, in 1992 the WG HoS started a census of the historical centres (private and public) of the material preserved in existing centres and of historical seismic instruments. 250 questionnaires were sent to seismologists and historians of science and scientific instruments; 60 of them answered (about 25%) 30 with useful information: from Portugal to Siberia, from Ethiopia to Sweden. Also seismologists and historians of science from USA, Japan, Canada etc. have shown interest in the activity of the Working Group. In most cases (80%) in the old observatory or somewhere, something (such as parts of instruments, instruments, papers) still exist. In a few cases instruments are still in operation. In general, historical papers are not in special archives, or well ordered and preserved. The analysis of the questionnaire outlined the serious threat of loosing a considerable proportion of the historical heritage of European seismology. This could occur mainly where the necessary cultural sensitivity is absent, or in practice where monetary funds, to keep and make available instruments, seismograms and

historical documents, are lacking. Special recommendations, to highlight high risk situations such as deterioration or loss of instruments, seismograms or historical documents, were given in the special session devoted to the history of seismology at the 23rd General Assembly of the European Seismological Commission in Prague (Ferrari, 1992a). In 1994 at Luxembourg, a workshop was held based on the themes of the recuperation and scientific use of the historical seismometric data. Thanks to this occasion it has been possible to update the results of the above–mentioned census (Ferrari, 1997). Figure 7 summarizes the data collected by the census. It are more than 400 seismic instruments which were being used in about hundred observatories from 1892 till the beginning of the seventies. At the moment, the census is not yet completely representative of the whole picture of the geographic and chronological distribution of seismic instruments and recordings in Europe. The preliminary impression yielded by the answers to the census carried out until now is of unquestionable usefulness to seismological research, a first important step that also meets the ESC recommendations made up in occasion of the twenty-fifth General Assembly (ESC, 1996).

The IASPEI Sub-Committee «Historical instruments and documents in Seismology»

The results of the TROMOS project and of the ESC WGHoS have increased the interest of the international seismological community in the research on the history of seismology. The cultural and scientific value of such results has stimulated the International Association of Seismology and Physics of the Earth Interior (IASPEI) to establish a Sub-Committee Historical instruments and documents in Seismology within the Committee Education. The S–C, which is operative since 1999 and coordinated by the author, has as aim to promote: 1) research, inventory, and restoration of historical instruments, recordings, station bulletins, papers, and scientific correspondence, 2) preservation and reproduction of seismograms and historical documents, especially scanning/digitizing into computer files; 3) experimentation of techniques for the scientific investigations of all historical seismic data.

The objectives of the Sub-Committee include: 1) to create a database of seismic observatories, including their histories, installed instruments and activity period, access the recordings and related documents; 2) to produce biographies of the deceased scientists who contributed significantly to seismology and earthquake engineering, including their life, work, and publications; 3) to collaborate with local historians of science and of scientific instruments.

The S-C has about ten members who coordinate the activities of research and elaboration in a certain number of geographical areas.

In the first phase, SGA Storia Geofisica Ambiente has realized a first census of the seismic stations which worked on a world–wide scale, from the end of the nineteenth century until the sixties. There has been realized and published in Internet (http://www.sga-storia-geo.it/sga/english/his_en.htm) a database with the information gathered until now. For Spain and Great Britain the data base has been use of the information made available by respectively, Battló (1999) and Lovell & Henni (1998). In recently started second phase the database will be updated, corrected and integrated with the information that will come especially from the members of the S-C, but also from anyone who is interested in the activity of the S-C.

Conclusions

The historical heritage of scientific earthquake observation in the world is of great importance for seismological research and for the identity of the seismological community. The scientific value of such memory (instruments, seismograms, scientific correspondence, etc.) is worth being recovered urgently, before degradation, natural events or human neglect irreparably scatter it. The three initiatives for the recovery of the historical memory of seismology, the TROMOS project in Italy, the census promoted by the WGHoS of ESC in the rest of Europe and the recent establishment of the IASPEI S-C Historical instruments and documents in Seismology provide – though at different levels of investigation– preliminary reference frameworks on the condition of observatories, instruments, seismograms, scientific correspondence etc. Despite their preliminary character, the results of these initiatives are of great importance for the history of seismology studies, since they highlight a hidden heritage of fundamental importance for research. This first result must give rise to considerations about the potential of such material heritage and what should be done –both individually and collectively– to protect and bring it out, both scientifically and culturally. It is important that such operations are made within a international coordinated reference framework, and that they are developed together with historians of science and scientific instrumentation. That would allow a better circulation of approach methods and of the results of each single initiative (instrument census, lists of available seismograms, scientific correspondence archives, etc.). In times when any type of communication such as telephone, fax, e–mail, foster the so-called «eclipse of memory», and when new, advanced technology and software might be mistaken for real knowledge, it is worthwhile for seismologists to recall the forgotten paths of their scientific tradition.

References

BOSCHI, E.; FERRARI, G. (1994), «European seismology looks back: two projects to recover the historical roots of the science of earthquakes», in: DRAGONI ET AL. (1994), 125-136.

DAVISON, Ch. (1927), *The Founders of Seismology*. Cambridge.

DEAN, D.R. (1991), «Robert Mallet and the founding of seismology», *Annals of Science* 48, 39-67.

DEWEY, J.W.; BYERLY, P. (1969), «The early history of seismometry (to 1900)», *Bulletin of the Seismological Society of America* 59, 183-227.

DRAGONI, G.; MCCONNELL A.; TURNER, G. L'E. (eds) (1994), *Proceedings of the Eleventh International Scientific Instrument Symposium*. Bologna University, Italy, 9-14 September 1991. Bologna.

ESC (1996), «Recommendations of the XXV General Assembly of the European Seismological Commission», Reykjavik 9-14 September 1996. in the ESC Internet web site.

FERRARI, G. (ed.) (1991), *Tromometri avvisatori sismografi. Osservazioni e teorie dal 1850 al 1880. Tromometers seismoscopes seismographs. Observations and theories between 1850 and 1880*. ING-SGA, Bologna (in Italian with abstracts in English).

FERRARI, G. (1992a), «Activities of the ESC-WG History of Seismometry. *first results of*

the census of instruments and documents of the European seismological tradition», Proceedings of the XXIII General Assembly of the European Seismological Commission, Prague 7-12 September 1992. Prague, 229-231.
FERRARI, G. (ed.) (1992b), *Two hundred years of seismic instruments in Italy 1731-1940.* ING-SGA, Bologna.
FERRARI, G. (1994), «The origin and development of a method of measurement in early seismology», in: DRAGONI ET AL. (1994), 179-189.
FERRARI, G. (1997), «Cultural and scientific value of seismology's heritage in Europe: why and how to preserve», in: *Proceedings of the ESC– ECGS Workshop «Historical seismic instruments and documents: a heritage of great scientific and cultural value*, Graziano Ferrari ed., Luxembourg, May 16-18, 1994, 1-30.
FERRARI, G. (1998a), «Seismic instruments», in: GOOD, G.(ed.) *Science of the Earth. An encyclopedia of events, people and phenomena*, 462-470.
FERRARI, G. (998b) «Tromometer·, in: BUD, R.; WARNER, D.(eds). *Instrument of Science: An Historical Encyclopedia*, 634-635.
FERRARI, G. (1998c), «Seismograph», in: BUD, R.; WARNER, D.(eds). *Instrument of Science: An Historical Encyclopedia*, 528-530.
FERRARI, G.; BIANCHI, M.G. (1997), «Census, cataloguing and elaboration of scientific letters in seismology», *Proceedings of the ESC– ECGS Workshop «Historical seismic instruments and documents: a heritage of great scientific and cultural value»*, Graziano Ferrari ed., Luxembourg, May 16-18, 1994, 185-194.
FEYERABEND, P.K. (1975), *Against Method.* London.
GLOVER, D.P.; MEYERS, H. (1988), «Historical seismogram filming project: current status», in: LEE ET AL. (1988), 373-379.
GOODSTEIN, J.R. (1984), «Waves in the earth: seismology comes to southern California», *Historical Studies in the Physical Sciences* 14, 201-230.
GOODSTEIN, J.R.; ROBERTS, P. (1988), «Filming seismograms and related materials at the California Institute of Technology», in: LEE ET AL. (1988), 380-389.
GUIDOBONI, E. (1998), «Historical Seismology», in GOOD, G.(ed.) (1998), *Science of the Earth. An encyclopedia of events, people and phenomena*, 749-754.
GUIDOBONI, E.; FERRARI, G. (eds.) (1987), *Mallet's Macroseismic Survey on the Neapolitan Earthquake of 16th December 1857.* Bologna, 4 vols.
HERAK, M.; ALLEGRETTI, I.; DUDA, S.J. (1997), «Calibration of Vicentini seismographs and magnitude determination for the 1906 San Francisco earthquake on the basis of Zagreb seismogram», *Proceedings of the ESC– ECGS Workshop «Historical seismic instruments and documents: a heritage of great scientific and cultural value»*, Graziano Ferrari ed., Luxembourg, May 16-18, 1994, 177-184.
HOWSON, C. (ed.) (1976), *Method and Appraisal in the Physical Sciences.* Cambridge.
KANAMORI, H. (1988), «Importance of historical seismograms for geophysical research», in LEE ET AL. (1988), 16-33.
KUHN, T.S. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions.* Chicago, 2nd edn.
LAKATOS, I. (1970), «Falsification and the methodology of scientific research programmes», in: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A.(eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge.* Cambridge, 91-196 (reprinted in: Lakatos, 1978, ch. 1).
LAKATOS, I. (1971), «History of science and its rational reconstruction», in BUCK, R.C.;

COHEN, R.S.(eds.), *P.S.A. 1970, Boston Studies in the Philosophy of Science* 8, 91-135 (reprinted in Lakatos 1978, ch. 2).
LAKATOS, I. (1978), *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers*, vol. I, eds. J. Worral and G. Currie, Cambridge.
LAKATOS, I.; FEYERABEND, P. (1995), *Sull'orlo della scienza. Pro e contro il metodo.* M. Motterlini, Milano.
LEE, W.H.K.; MEYERS, H.; SHIMAZAKI, K. (eds) (1988), *Historical Seismograms and Earthquakes of the World.* London.
LITEHISER, J.J. (ed.) (1989), *Observatory Seismology. An Anniversary Symposium on the Occasion of the Centennial of the University of California at Berkeley Seismographic Stations.* Berkeley-Los Angeles-London.
LOVELL, J.H.; HENNI, P.H.O. (1998), *UK Historical Seismological Observatories (pre-1970)*, Version 2, Technical report WL/98/11,
MALLET, R. (1853-1855), «Third Report on the Fact of Earthquake Phenomena», *Report of the British Association for 1852; for 1853; for 1854*, 1-176, 118-212, 1-326.
MELVILLE, C.; MUIR-WOOD, R. (1987), «Robert Mallet, first modern seismologist», in: GUIDOBONI; FERRARI (1987), 17-48.
MUSSON, R.M.W. (1993), «Comrie: a historical Scottish earthquake swarm and its place in the history of seismology», *Terra Nova* 5, 477-480.
Nature, 13 June 1889, 39, 162.
NESS, H.F.; HARRISON, J.C.; SLICHTER. L.B. (1961), «Observations of the free oscillations of the Earth», *Journal of Geophysical Research* 66, 621-629.
PALMIERI, L. (1859), *Annali del Reale Osservatorio Meteorologico Vesuviano* 1.
PAVONI, N. (1990), «Contribution to the history of seismometry in Switzerland», in: FERRARI (1990), pp. 177-182.
QU, K.X. (1988), «Resources, organization, and microfilming of historical seismograms in China», in: LEE ET AL. (1988), 420-428.
Von REBEUR-PASCHWITZ, E. (1889), «The earthquake of Tokyo, April 18», *Nature* 40, 294-295.
TURNER, G. L'E. (1983), «Scientific instruments», in CORSI, P.; WEINDLING, P.(eds.), *Information Sources in the History of Sciences and Medicine.* London, 243-258 (reprinted. TURNER, in G. L'E, *Scientific Instruments and Experimental Philosophy 1550-1850*, Variorum, Aldershot, ch. I.)
UMEDA, Y.; ITO, K. (1988), «Microfilming of historical seismograms at Abuyama Seismological Observatory, Kyoto University», in: LEE ET AL. (1988), 439-444.
WIECHERT, E. (1906), «Das Institut für Geophysik der Universität Göttingen», *Festschrift. Die physikalischen Institute der Universität Göttingen.* Leipzig, 119-188.
ZÖLLNER, M.F. (1869), «Über eine neue Methode zur Messung anziehender und abstossender Kräfte», *Ber. sächs. Akad. Wiss. Math.-nat. Klasse* 21, 280-284.

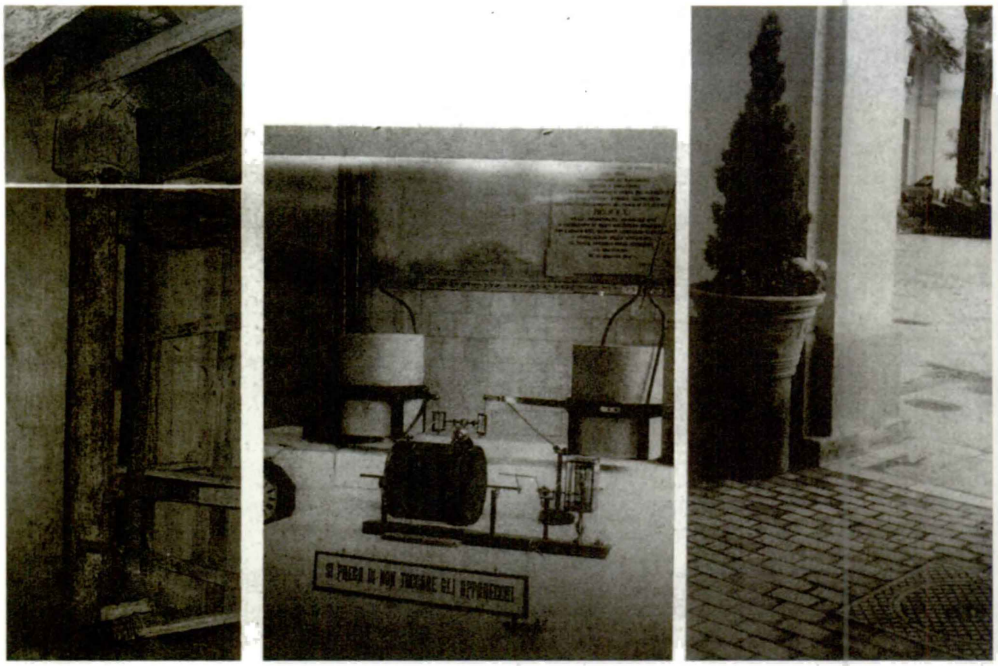


Fig. 1. Different examples of abandonment or loss of historical seismic instruments. Left: what remained in 1992 of the tromometer by Francesco Bovieri (1880s) in Ceccano (Central Italy). Presumably it is no longer existent. Center and right: the masses of the Omori-Alfani tromoseismometer of the Valle di Pompei Observatory at the beginning of this century and in its present use.

Fig. 2. Cavalli mercury seismoscope (1784). Historical copy made by SGAfrom description and drawings (Cavalli, 1785). A clockwork version of the instrument was also designed by Cavalli (Ferrari, 1992b, 42-46).

Fig.3. Network of the Alfani's correspondents (1901-1940) from the letters preserved in the Archivium

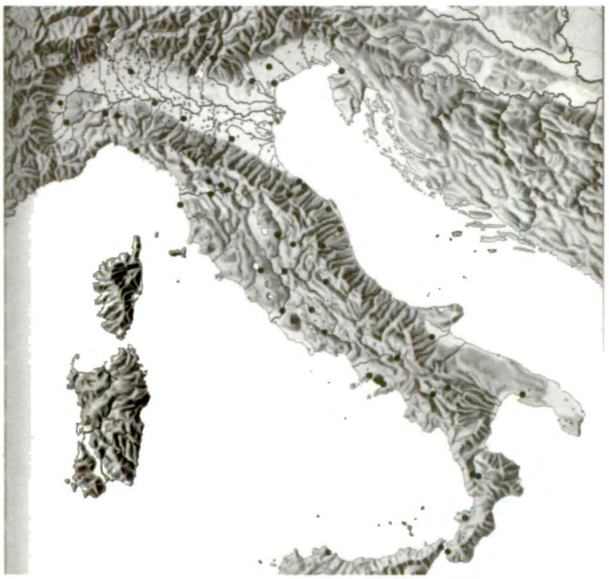


Fig.4. Geographical distribution of the over 1000 meteorological and seismic observation sites (cross symbol) which operated in Italy in different periods between the 18th and the 20th centuries. It represents the map of potential seismic observation points (not only instrumental): instrumental seismic observation was carried out in only one hundred approximately. The solid circles refer to local sites which have been visited or thoroughly closely examined during the TROMOS project (from Ferrari, 1992b, 20).

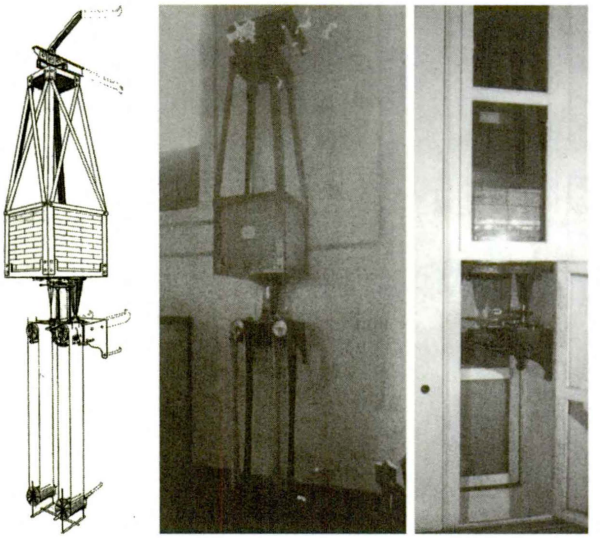


Fig.5. The heaviest instrument found during the TROMOS project: the Agamennone microseismograph of 2,000 kg (left) in a drawing from the catalogue of its instrument-maker Fascianelli; (centre) at the National exposition in Milan where it was presented first in 1906; (right) its present state in the «Andrea Bina» Observatory of Perugia. The instrument, a two horizontal component designed by Agamennone, and used by him in the Rocca di Papa Observatory (near Rome) from 1907 to the 1930s.

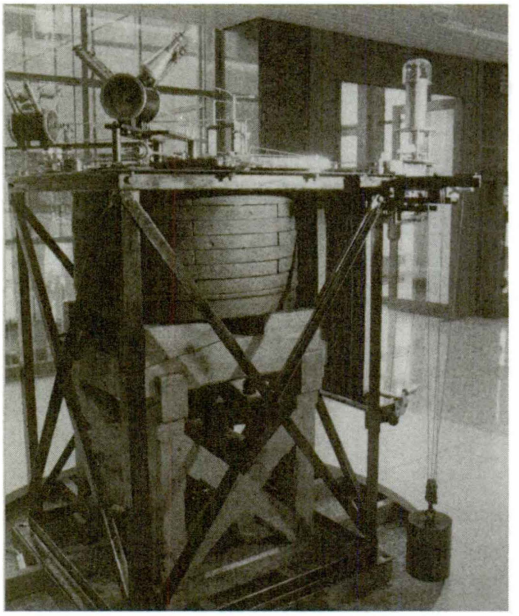


Fig. 6. 1,000 kg Wiechert astatic horizontal seismograph of the Istituto Nazionale di Geofisica: in pieces after restoration and arrangement in the new centre of the Istituto.

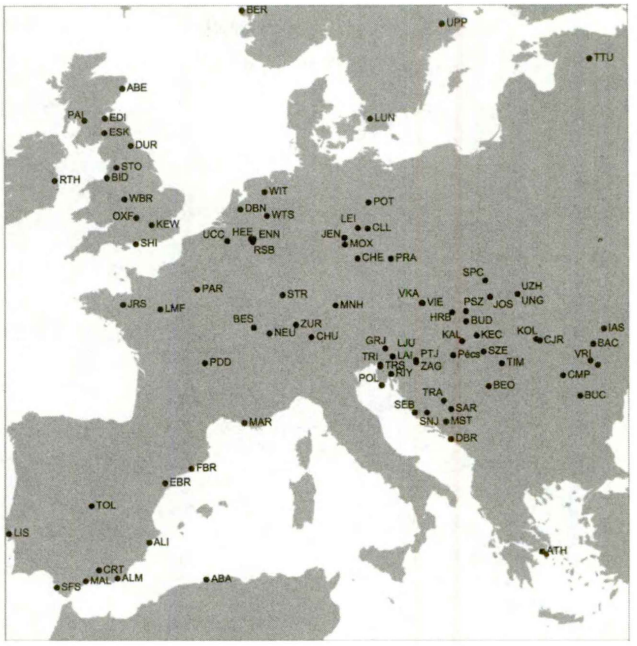


Fig. 7. Map of the observatories and seismic stations for which the census taken by the WG HoS yielded the information summed up in tables 1 and 2. For Italy see Fig.4 and Ferrari 1992b.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 37-41

EPIDÈMIA I CONTROL SOCIAL: A PROPÒSIT DE LES CAMPANYES ANTIPALÚDIQUES A LA CATALUNYA CONTEMPORÀNIA (1902-1925)*

Josep Bernabeu Mestre
Història de la Ciència. Departament de Salut Pública. Universitat d'Alacant.

Epidemic and social control: antimalarial campaigns at the contemporary Catalonia (1902-1925)

Summary: *The work, in the context of the antimalarial fight, analyses the mechanisms of social control developed on the occasion of disease eradication: environmental and urban transformation, migration control, and segregation of affected population.*

1. Introducció

Les malalties infeccioses de comportament epidèmic o de prevalença excessiva, com és el cas de la malària, han exercit, i continuen exercint, una influència especial sobre la posició del malalt dins de l'estructura social, i susciten, sobre qui les pateix, els mecanismes de control social més cridaners. El caràcter contagiós els atorga la condició de perill públic, circumstància que justifica la mobilització de sectors socials molt amplis i explica la consideració de mesura de protecció de tota la col·lectivitat que sol caracteritzar el seu tractament i control.

A continuació, analitzarem el vessant d'instrument de control social que va jugar la lluita contra la malària a través de l'aplicació de les mesures científiques i administratives proposades per a aconseguir la seua eradicació.

A més, l'anàlisi de la problemàtica que estem considerant pot adquirir un interès historiogràfic rellevant quan ens ocupem d'estudiar les mesures de control i eradicació d'una malaltia, que com en el cas de la malària, mou interessos socioeconòmics i medioambientals molt importants. Cal aprofitar l'oportunitat de reflexionar, fent servir la història com element d'anàlisi, sobre les circumstàncies en què foren plantejats i com s'intentaren resoldre problemes de salut, que com en el cas del paludisme, continuen afectant, malauradament, a grups importants de població.

* Aquest treball s'ha dut a terme en el marc del projecte de recerca: *La lucha sanitario social contra el paludismo en la España del siglo XX* (DIGICYT/ PB940813) y la *acción integrada* HI 1996 0053 (*La transición sanitaria y epidemiológica de la Europa meridional: los casos de Italia y España*).

2. El paludisme com a problema de salut a primeries del segle XX

A primeries de segle, el paludisme representava, per a la població catalana, i en general per a tota la població espanyola, el problema de salut més important provocat per malalties infeccioses transmeses per vectors. Endèmica en moltes regions de la geografia espanyola, la malària era responsable de taxes importants, encara que variables, de mortalitat i sobretot de morbilitat. A més de les conseqüències demogràfiques i sanitàries el problema del paludisme comportava, tant per a les zones afectades com per al conjunt de la societat, perjudicis importants de naturalesa socioeconòmica.

D'acord amb les idees científiques que explicaven el fenomen de la malària a primeries de segle, les víctimes, l'individu infecte, es convertia en el reservori principal de la malaltia i adquiria la condició de «responsable» dels successius rebrots epidèmics.

En el cas de les campanyes antipalúdiques que es van posar en marxa a Catalunya en les primeres dècades del segle XX, i, de forma particular durant el període de la Mancomunitat, la profilaxi antimalàrica estava informada per la doctrina anofelina.

El sistema de propagació del paludisme tenia la consideració de cercle tancat on la propagació de la malaltia es feia des de l'individu portador de gametos al mosquit que els difonia i l'individu que els rebia. La profilaxi antipalúdica tenia que trencar aquest cercle. Bé a través de la desaparició de la font primitiva del paludisme (eliminar els portadors), bé impedint que l'anòfeles arribara a transmetre l'hematozou (amb accions que contemplaven tant la fase larvària com l'eliminació del mosquit adult, i l'aplicació de mesures de protecció individual i col·lectiva), o bé aconseguint individus resistents a l'acció del paràsit (amb l'administració de quinina i els seus derivats).

Com tindrem ocasió de comprovar, a continuació, en el cas de Catalunya van ser les mesures encaminades a controlar els portadors i aconseguir individus resistents a l'acció del paràsit, i per tant les més propícies per a facilitar el control social, les que van acabar per imposar-se.

3. Desenvolupament agrícola, impacte mediambiental, moviments migratoris i paludisme

El problema contemporani del paludisme a Catalunya apareix lligat a la realització d'obres hidrològiques, com ara la construcció l'any 1855 del Canal Dret del Llobregat, la construcció del Canal Dret del Delta de l'Ebre a finals dels anys seixanta del segle passat, o la construcció del Canal Esquerre del mateix Delta de l'Ebre l'any 1912, entre altres.

En el cas del Delta de l'Ebre, en un primer moment, la construcció de desguassos es va dur a terme sense comptar amb l'existència d'un pla general, encara que cercant una eixida cap al mar, solució que plantejava problemes. Entre la zona de conreu de l'arròs i el mar existien les zones humides de l'*Encanyissada* i la *Tancada*, propietat de la Societat de Pescadors, els quals s'oposaven a rebre l'aigua dels desguassos pels perjudicis que podien provocar als peixos. Aquestes circumstàncies van foçar a la construcció d'un canal de circumval·lació que evitara les zones humides. Tot i això, les condicions del terreny feien difícil aconseguir el desnivell necessari que evitara l'estancament de les aïgues, i, per tant, l'aparició d'unes condicions idònies per al desenvolupament de l'anòfeles, el mosquit transmissor de la malària.

La cronificació del problema va obligar la ciutat de Tortosa, molt afectada pel problema palúdic, a promoure el 24 d'agost de 1864 una societat de sanejament que duia el nom de *Sociedad de Saneamiento de los Prados de la Aldea*. Aquesta societat es comprometia a construir i mantenir els desguassos necessaris per a convertir els terrenys afectats en terres conreables. A canvi, l'Ajuntament de Tortosa es comprometia a concedir a perpetuïtat la propietat de la terra dessecada. Es construïren dos canals de desguàs, la sèquia de les Olles o Canal Vell i la sèquia Sanitària.

L'altre element que explicava la gravetat del problema palúdic a la zona del Delta, apareix relacionat amb la forma de conrear i recollir l'arròs. Les tasques agrícoles requerien la col·laboració d'un nombre important de jornalers forasters. De fet, quan es feia referència als palúdics del Delta es feia una distinció entre els habitants del Delta de l'Ebre i els transeünts, de forma especial es feia referència als treballadors valencians que s'apropaven a la zona per a col·laborar en el conreu de l'arròs.

Totes les activitats relacionades amb el conreu de l'arròs, però de forma particular la sega d'aquest, suposaven un treball intens i poques hores de descans. Encara que l'alimentació solia ser prou abundant, era poc equilibrada. A més, els habitatges presentaven moltes mancances. Construïts, molts d'ells amb fang i palla, tot i predominar els d'obra i teulades, no disposaven de les proteccions adequades per a evitar el contacte amb els mòsquits, i hi havia el costum de pernoctar fora de la casa en les èpoques de més calor.

A més de les conseqüències sanitàries cal destacar els perjudicis econòmics. En un informe que va publicar el Servei Tècnic de Paludisme de la Mancomunitat de Catalunya l'any 1918, s'afirmava que dels 12.000 palúdics registrats a la zona del Delta de l'Ebre, 8.000 eren homes útils per al treball. La malaltia suposava una pèrdua aproximada de 10 dies de treball. Si un jornal equivalia a tres pessetes per dia, las pèrdues s'elevaven a 240.000 pessetes, xifra que s'havia d'incrementar de forma notable si s'afegien els 5 dies en els quals el treballador es trobava sense forces per a treballar. Les recaigudes es presentaven amb freqüència, circumstància que incrementava les despeses en medicació. Las pèrdues econòmiques per paludisme a la zona del Delta de l'Ebre suposaven més d'un milió de pessetes anuals.

Però la reactivació del paludisme no sempre va aparèixer associada a la realització d'obres hidrològiques com les que acabem d'esmentar. En ocasions va ser l'extensió del conreu d'arròs a terres que no reunien les condicions apropiades el que va provocar un increment en el nombre de casos de malària. Així al llarg dels anys 1919 i 1920 es va registrar un agreujament del problema palúdic als focus del Delta de l'Ebre i el Prat de Llobregat. L'increment de casos de paludisme a la zona del Delta de l'Ebre, va provocar una estat d'alarma entre la població. En opinió del subdelegat de medicina de Tortosa es tractava només d'un increment relatiu. La premsa local va rebre la notícia amb dramatisme i relacionava l'increment de la malaltia amb el conreu d'arròs, i més concretament al fet d'haver transformat en arrossars terrenys que no reunien les condicions més adequades.

Davant el problema que havia aparegut tant a l'Ebre com a la zona palùdica del Prat de Llobregat, el Servei de Sanitat de la Mancomunitat de Catalunya va posar en marxa una campanya antipalúdica durant el període 1919-1920. Iniciativa que va comptar amb la col·laboració de la Comissió Executiva per al Sanejament de les Comarques Palúdiques de la Direcció General de Sanitat de Madrid. A més, s'insistia en el control a què devien de sotmetre's els grups de treballadors i individus que arribaven de les zones afectades per la malària. Els responsables de la campanya antipalúdica arribaren a afirmar: *Si no se hubiese permitido la*

llegada de trabajadores enfermos, con toda probabilidad no se habría producido el rebrote palúdico.

Des dels serveis sanitaris de la Mancomunitat es va decidir orientar la lluita antipalúdica a través de dispensaris. Al dispensari gratuït instal·lat a l'Estació d'Amposta es proporcionava assistència a malalts pobres que rebien la medicació de forma gratuïta, al mateix temps que es comprovava hematològicament (a través d'anàlisi de sang) la situació del malalt. Per a difondre entre la població l'existència del dispensari es repartiren fulls informatius on s'indicava que serien visitats en el consultori els pobres i treballadors, sense tenir en compte origen o residència, malalts de paludisme que tingueren un jornal inferior a 3 pessetes i no disposaren d'altres recursos econòmics. També s'indicava que s'atendrien les sol·licituds dels propietaris o llauradors que volgueren iniciar, pel seu compte, treballs profilàctics a les explotacions agrícoles.

Una qüestió que preocupava als responsables sanitaris, i en concret al subdelegat de medicina de Tortosa, era el grau de cobertura de la lluita antipalúdica. El fet que els dispensaris estigueren adreçats únicament als malalts pobres, deixava fora del control sanitari un nombre important d'afectats i de possibles reservoris humans de la malaltia. Es tractava d'aconseguir que acudiren als consultoris tots el palúdics. L'estructura de la propietat contemplava l'existència d'un gran nombre de propietaris xicotets dedicats al conreu del seu patrimoni i amb ingressos molt semblants als dels jornalers que per la seua condició de propietaris no tenien accés al dispensari.

A tots aquests problemes s'afegia l'actitud que mostrava la població en relació amb el paludisme. Acostumats a conviure amb la malaltia, li concedien poca importància, s'habituaven a conviure amb ella sense tractar-se i sense consultar els metges, i dedicaven poca atenció a la salut, sobretot si això comportava despeses econòmiques. Com es recollia en un informe presentat l'any 1921 pel subdelegat de medicina de Tortosa, el doctor Josep Torrademé, a la majoria dels malalts no se'ls podia fer anàlisi de sang per què ja estaven prenent quinina, encara que de forma inadequada i en quantitat insuficient. La manca de recursos econòmics feia que la gent s'automedicara. Com que els preus de la quinina resultaven prohibitius per a moltes economies, molta gent en prenia molt poca quantitat durant uns pocs dies. En lloc de curar-se es convertien en quininoresistents.

Bibliografia

BALAGUER, E. *et al* (1991), «La transición sanitaria española en el período 1879/1919». A: LIVI BACCI, M. (Coord.) *Modelos regionales de transición en España y Portugal.* Alacant, Institut de Cultura Juan Gil-Albert/ Seminari d'Estudis sobre la Població Valenciana, 137-156.

BALCELLS, A. *et al.* (1996), *La Mancomunitat de Catalunya i l'autonomia*, Barcelona, Proa, 441-444.

BERNABEU MESTRE, J. (1998), «Cultura, ciencia y política: la lucha antipalúdica en la Catalunya de la Mancomunidad, 1914-1925», *Medicina e Historia, 73*, I-XVI.

DEL PANTA, L. (1987), «Fattori e condizioni della mortalità tra 1800 e 1930: igiene, salute e ambiente. La situazione in Italia». A: *Popolazione, società e ambiente,* Bologna, Clueb, 245-273.

MANCOMUNITAT (1923), *Mancomunitat de Catalunya. Obra realitzada, anys 1914-1923. Beneficència i sanitat, política social, hisenda*, Barcelona, Mancomunitat de Catalunya.
MCGREW, RE; MCGREW, MP. (1985), «Malaria». A: *Encyclopedia of Medical History*. New York, McGraw-Hill, 165-172.
MARTÍNEZ VARGAS, A; PITTALUGA, G. (1903), «El paludismo en Cataluña. Investigaciones sobre las formas parasitarias del paludismo endémico en la provincia de Barcelona». A: HUERTAS BARRERO, F.; PITTALUGA, G. (dirs): *Investigaciones y estudios sobre el paludismo en España*. Barcelona, La Académica, 69-140.
MATURANA VARGAS, C. (1924), «El paludismo en España». A: *Proyectos de organización de la lucha antipalúdica con aplicación a las condiciones hidrográficas y agrícolas de las distintas regiones de España*. Madrid, Imp. de la Ciudad Lineal (Trabajo premiado por la Real Academia Nacional de Medicina), 7-78.
PIJOAN B.; SALGOT, DS; PITTALUGA, G. (1903), «Relación de un experimento de profilaxis medicamentosa contra la infección palúdica llevado a cabo en Prat de Llobregat y Castelldefels (agosto-octubre de 1902)». A: HUERTAS BARRERO, F.; PITTALUGA, G. (dirs.): *Investigaciones y estudios sobre el paludismo en España*. Barcelona, La Académica, 155-175.
PITTALUGA, G. (1923), *Enfermedades de los países cálidos y Parasitología general*, Madrid, Calpe, 408-437.
PITTALUGA, G. (1918), «Pròleg». A: *Treballs del Servei Tècnic de Paludisme, 1915 a 1916*. Barcelona, Institut de Ciències/ Diputació de Barcelona, XIII-XVII.
TREBALLS (1918), *Treballs del Servei Tècnic de Paludisme, 1915 a 1916*, Barcelona, Institut de Ciències/ Diputació de Barcelona, 43-70.
TREBALLS (1922), *Treballs del Servei de Sanitat, 1917 a 1921. I Paludisme*, Barcelona, Mancomunitat de Catalunya.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 43-54

THE PUBLIC FACE OF SCIENCE: FRANÇOIS ARAGO

Mathias Dörries
Deutsches Museum, Múnic

Summary: *The French (Catalan born) scientist François Arago took on the role of a mediator between science and the public, government and Academy, scientists and industrialists, poor and rich, between those scientists who focused on research and those who were first and foremost excellent teachers. He was driven in his actions by the strong belief in the necessity of a gradual solution to social conflicts after long and tumultuous debates.*
Key words: *vulgarization, Académie des Sciences, science and society.*

In the late 19th century Amédée Mouchez, director of the Paris Observatory, called François Arago «the most powerful scientific promoter of the century, the most important *vulgarisateur*»[1]. Indeed, François Arago's life is the story of a man who rose from modest origins to the highest scientific and political responsibilities achieving a considerable if not decisive influence on the development of science and its position in French society during the 1830s and 1840s. For Arago *vulgarisation* was crucial to his relentless promotion of science: it meant more than the simple transmission of scientific knowledge, and always embedded a political message as well[2]. Arago's scientific and political aims were closely linked: scientific education furthered political emancipation of the people and therefore the democratization of the French society, and vice-versa, democratization of French society would bring about favourable conditions for the penetration of society by science and technology. One of Arago's first priorities was to create a free climate for discussion, which would teach people to articulate their opinions and convictions. Arago made it his task to initiate this educational process.

The reasons for Arago's strong emphasis on *vulgarisation* lie in the circumstance that he himself had profited from the radical political reforms promulgated in the aftermath of the French revolution. He wished to see his own successful career as the prototype for every member of the French society, and strongly supported change in French social and political conditions so that everybody would be able to find an appropriate place in society. In short, he advocated a meritocracy and the abolition of traditional aristocratic privileges.

[1] MOUCHEZ, Ernest (1879), «Discours», in: *Inauguration de la statue de François Arago*. Perpignan, 60-72, p. 61.

[2] For the history of *vulgarisation* and further references see: BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; RASMUSSEN, Anne (eds.) (1997), *La science populaire dans la presse et l'édition; XIXe et XXe siècles*. Paris.

1. The new meritocracy

François Arago, born a few years before the French revolution, grew up in the village of Estagel, near Perpignan in southern France. The family were rather well-to-do peasants, the so-called *pagès*; they had enough to cover living expenses but not enough to provide an extensive education for their children[3]. Arago's mother, Marie Roig (1755-1845) had a strong influence on the education of her children. The daughter of a peasant, she had taught herself to write and read, and had strongly encouraged her children to study[4]. His father, François-Bonaventure (1754-1814) cultivated land, on which he grew olives and wine. He had studied law at the university of Perpignan, and he later profited from this education when he became a candidate for mayor of his village, and for other governmental positions after the French revolution. As the head of the *garde national* in Estagel he defended the department against Spanish troops. In 1797 the family left Estagel and moved to Perpignan where Arago's father worked in the mint[5].

François Arago was the fifth child of eight. His own career appears to be less remarkable in view of his brothers and sisters, who all chose careers that led them out of the world of rural Roussillon. Three brothers went into the military, another brother who had traveled the world became a painter, writer and editor; another worked briefly in a chemical laboratory in Paris before becoming a writer and the head of a theatre and engaging in politics that forced him into exile in 1848. His sister married an astronomer in Paris (in fact Arago's colleague); his other sister also moved with her five children to Paris after the death of her husband[6].

Arago's youth was marked by the tension between Catalan tradition and the outcome of the French revolution. Catalan was Arago's native language[7], but French became

[3] See BIREMBAUT, Arthur (1981),»Les ancêtres attestés de François Arago», *106e Congrès national des Sociétés savantes*, Perpignan, vol. 4, 135-143. For an overview of the secondary literature see DAUMAS, Maurice (1943), *Arago; la jeunesse de la science,* Paris (re-edited: Paris, 1987). The latest edition discusses the litterature up to 1987, see pp. 298-300. More recent articles are ROSMORDUC, Jean (1988), «Arago et la naissance de la polarimétrie», *Revue d'histoire des sciences, 41*, 25-38; GRISON, Emmanuel (1989), «François Arago et l'École *Polytechnique*», *Bulletin de la société des amis de la bibliothèque de l'École polytechnique, 4*, 1-28; GAUDANT, Jean (1991), «Les puits artésien de Grenelle fête ses 150 ans», *Travaux du comité français d'histoire de la géologie, 5* , 9-15. See also the biography of Arago's brother Étienne: TOULOTTE, Muriel (1993), *Etienne Arago (1802-1892): une vie, un siècle.* Perpignan.

[4] Toulotte (1993), 24-28; *Le Moniteur* 25 July 1845.

[5] FRENAY, Étienne (1987), «François Arago, enfant des lumières», in: François Arago, Actes du colloque national des 20, 21 & 22 octobre 1986, *Cahiers de l'Université de Perpignan, 2*, 101-107, p. 102. See also FRENAY, Étienne (1986) *Arago et Estagel, son ville natale.* Estagel.

[6] See Toulotte (1993) and LAUREILHE, Marie-Thérèse (1960), «Jacques Arago, auteur de lithographies politiques», *Bulletin de la Société de l'histoire de l'art français*, 61-68; (1952) «Jacques Arago, illustrateur du voyage autour du monde de la corvette 'L'Uranie», *Bulletin de la Société de l'histoire de l'art français*, 96-102.

[7] It is interesting to note that Arago never defined himself as a Catalan and that historians have never dis-

obligatory after the reforms during the French revolution. One result of these reforms was the creation of secondary schools in Perpignan, an École centrale as well as a Collège. Arago who had attended the primary school in his village, then went on to study in these secondary schools, where he received a classical education in French and Latin; physics and natural history were absent from the curriculum.

The most decisive reform for Arago, however, was the creation of the École Polytechnique in 1794, whose task was to guarantee a sufficient supply of military and civil engineers. The School stood for enlightened ideas, for education as a means to ensure democratic ideas, and aimed at the application of science and technology with respect to the arts. It represented the new values of the French republic, with access no longer restricted to a privileged class, but theoretically open to anybody. There was a yearly competition in mathematics that took place all over France and only the best ones were chosen. In preparation for the competition Arago started studying mathematics as an autodidact, and he qualified in 1803 in sixth position[8]. New political conditions increased the permeability of French society and played a considerable, if not decisive influence to bring promising young students, like Arago, to Paris. The usual alternative would have been a military career.

When Arago came to Paris he had talent but no training in the natural sciences. While studying at the École Polytechnique, he by chance obtained a position as *secrétaire-bibliothécaire* in the Paris Observatory which allowed him to participate in astronomical and geodetic measurements[9], at a time that he was still intending a career in the military. Arago thought he would work only provisionally in the realm of science, since there was little hope to earn money in the area[10].

A decisive turn came when while working at the observatory he came in contact with the physicist Jean-Baptiste Biot, who in 1805 suggested to undertake a common project to finish triangulation measurements south of Barcelona. The origins of this project lay once again with the French revolution, with the decision of the Convention to standardize lengths and weights. The meter had been defined as the 10millionth part of the distance between the pole and the equator, and Delambre and Méchain had undertaken measurements between Dunkerque in the north of France and Barcelona, but had been unable to finish the project. Under quite difficult circumstances, Arago and Biot started their work. But the war that erupted in March 1808 cut short the project and the measurements in Majorca could no longer be taken. Arago was taken prisoner, went through all kinds of adventures, finally es-

cussed his origins; rather he has always presented himself as coming from the French southwest. This is in part a result of Arago's self-representation as a nationalist Frenchman, who welcomed centralisation, and had no interest to strengthen provincial values and traditions.

[8] See BELHOSTE, Bruno (1994), «Un modèle à l'épreuve. L'École Polytechnique de 1794 au Second Empire», in BELHOSTE, Bruno; DALMEDICO, Amy Dahan ; PICON, Antoine (eds.) (1994), *La formation polytechnicienne 1794-1994*. Paris, 9-30. PINET, G. (1887), *Histoire de l'École polytechnique*. Paris.

[9] BERTHALOT, Raymonde (1987), «Arago et l'Observatoire de Paris», in: François Arago, Actes du colloque national des 20, 21& 22 octobre 1986, *Cahiers de l'Université de Perpignan, 2*, 11-22.

[10] CROSLAND, Maurice (1967), *La société d'Arcueil*. London, p. 86.

caped to North Africa and came back to Paris only one and a half years later, this time as a hero[11].

His return in 1809 was followed almost immediately by his election to the Académie des Sciences at the very young age of 23. At this period no scientific career per se yet existed; moreover, Arago had not even written a single scientific paper by himself, and only published papers in collaboration with others. At this time began criticism of Arago's scientific qualifications, which would follow him for the rest of his life. Already quite early in Arago's career it was obvious that his talents lay not in research, but in the organization of science, a fact of which he himself was quite aware. While his scientific work contained excellent ideas and opened promising lines of research, Arago did not follow his ideas through. There was no doubt that his talent was far above average, but he was no genius[12]. It is therefore even more extraordinary that throughout his life Arago had an acute sense for new theoretical ideas and approaches of others: for example his decisive influence in supporting the work in optics of Fresnel, whom Arago brought out of obscurity to Paris[13]. What had made his own rise possible was on the patronage of influential scientists, like Biot, Humboldt or Bouvard, with whom Arago had established close friendships[14].

Once elected to the Académie des Sciences and enjoying favourable conditions for work, Arago turned into a forceful advocate of science, first within the community of scientists, but then more and more in public. He regarded it as his task to accelerate scientific progress by trying to create more favourable circumstances for the progress of science. His self-created role might best be described as a catalyst[15]. Though still young, he developed a paternalistic attitude towards younger colleagues and made himself the friend of those scientists from whom he expected the utmost scientific progress. Once convinced of their scientific potential he remained faithful to them and tried to help them with their scientific ideas and

[11] See for Arago's version of these adventures his autbiography *Histoire de ma jeunesse,* in: *Oeuvres*, vol. 1, p. 1-102 ; TEN, Antonio E (1987), «Arago, géodésien», in: François Arago, Actes du colloque national des 20,21& 22 octobre 1986, *Cahiers de l'Université de Perpignan, 2*, 67-89.

[12] See for example the severe judgement by the mathematician Joseph Bertrand: «L'influence d'Arago était due à ses qualités personelles, beaucoup plus qu'à sa renommée scientifique. Une science trés vaste, un grand talent, un brillant esprit, le don de persuader, de conduire et de soumettre les hommes, sont des qualités très différents du génie d'invention.» Joseph Bertrand, in: DAUMAS (1987), p. 144. Also JAMIN, Jules (1885),»Eloge historique de M. François Arago,» *Mémoires de l'Académie des Sciences* 44, lxxix-cxxii.

[13] For Fresnel see BUCHWALD, Jed Z. (1989) *The rise of the wave theory of light.* Chicago. See also FOX, Robert (1974), «The rise and fall of Laplacian physics,» *Historical Studies in the Physical Sciences 4*, 89-136.

[14] For the discussion around Arago's election, seeHOME, R.W. (1983), «Poisson's memoirs on electricity: Academic politics and a new style in physics», *British Journal for the History of Science 16*, 239-258; TATON, René (1987), «Arago et l'Académie des Sciences», in: François Arago, Actes du colloque national des 20,21& 22 octobre 1986, *Cahiers de l'Université de Perpignan, 2*, p. 26; CROSLAND (1967), 164-165.

[15] See also CAWOOD, John (1985), «François Arago, homme de science, homme politique», *La recherche 16*, 1.464-1.471, p. 1468.

their material well-being for the rest of his life. Thus he created a wide net of personal relationships and slowly acquired considerable power over events in Paris. His rising influence showed in the election of new members to the Académie des Sciences like Malus, Poisson, Fresnel and Navier; in the energetic influence and support of Ampère's research; in his editorship of the *Annales de chimie et physique* from 1816 on; and in institutions like the Observatory and the École Polytechnique, where he worked closely with the military[16].

From 1813 he gave public lectures on astronomy that immediately made him famous. Mandated by the Convention, it was the task of one of the members of the Bureau des longitudes to give these lectures. Arago, a brilliant speaker who knew how to address the audience, turned these lectures into a social event of the first importance and attracted a wide range of the Parisian population, including women, children, and dignitaries[17]. Arago gave these lectures for more than 30 years until 1846.

From the 1830s Arago held highly responsible positions: he became *secrétaire perpétuel* of the Académie des Sciences, and from 1831 he was a deputy in the parliament, representing his district of Perpignan. Politically, Arago was a moderate republican (though he never fully embraced republicanism); he belonged to the left 'Radical Party', a name that was adopted after the term 'republican' was forbidden in 1835. Arago defended property and the family, objected to radical social transformation and the terror of the first French republic. His most radical political view he gave in a parliamentary speech –one of the most outstanding ones given in parliament during the July Monarchy– in 1840, when he demanded the «universal right to vote» and the «organization of work»[18]. Finally, for the very short period of several months in 1848, Arago was to take over high political responsibility in the government.

As one of the two *secrétaires perpétuels* of the Académie des Sciences, which was a position for life, Arago obtained a decisive and lasting influence on scientific events in France. The *secrétaires perpétuels* served as judges who separated important scientific work from unimportant one, and their judgments often decided the careers of young scientists. They represented the Académie des Sciences *vis-à-vis* the larger public, especially by holding public *éloges* for deceased members. And, finally, they were also the link between scientists and administration, ministry and government, giving advice to governmental commissions and being responsible for furnishing expertise, when asked by the government[19].

[16] For an overview of the French scientific landscape see: FOX, Robert (1973), «Scientific enterprise and the patronage of research in France 1800-79», *Minerva, 11*, 442-473 and FOX, Robert; WEISZ, G. (Ed.) (1980), *The organization of science and technology in France, 1808-1914*. London.

[17] Mouchez speaks about the «grande sensation», caused by Arago's lectures. MOUCHEZ, Ernest (1879),»Discours», in: *Inauguration de la statue de François Arago*. Perpignan, 60-72, p. 66. For the history and the content of these lectures, see ARAGO, François (1854-1862), *Oeuvres*. Paris, vol. 17, XIV-XXXVIII.

[18] ARAGO (1854-1862), «Discours sur la réforme électorale», *Oeuvres*, vol. 12, 589-614, pp. 590-591.

[19] See CROSLAND, Maurice (1992), *Science under control. The French Academy of Sciences, 1795-1914*. Cambridge.

2. Opening the Académie des Sciences to the public

Once elected *secrétaire perpétuel*, Arago eagerly took on what he regarded to be the most urgent needs of his times: popularizing science to the public, and popularizing politics to scientists. Both were efforts to broaden the basis of science in France. Popularizing science to the public meant large-scale education; popularizing politics to scientists was a matter of showing to colleagues that science could actively be constructed and convincing them that they could take part in shaping their future. Arago introduced two major decisions: first, Arago chose to open the Académie des Sciences not only to journalists but also to the larger public. Arago fostered a new climate in the Académie des Sciences, drawing public attention to the sciences; second, Arago also imposed the publication of the *Comptes rendus* from 1835 on, a weekly publication of some 40 pages, useful for the quick circulation of scientific results. A success that made the Académie des Sciences the focus of public and political debate.

Why did the Académie des Sciences open its doors? To answer this question it is necessary to go back to the time before 1830. During the Restoration science was on the defensive, and the Académie des Sciences had to struggle for independence from political interference. One reliable strategy for strengthening scientists' status was to look for a new ally, the public, and to strengthen pressure on the government via the masses. This was something new: it meant engaging the public in the daily business of science. The hope was that transparency in the Academy's actions would lead to a more widespread support for science, and solidify political opposition. The first steps were taken in the 1820s under the *secrétaires perpétuels* Fourier and Cuvier, when some journalists were allowed to listen to the weekly sessions of the Academy.

The Academy's slow opening to the public ran parallel to a more general discourse within opposition forces about how to reformulate the interaction between government and the public. The issue lay at the heart of reflections of the *doctrinaires*, a group of political philosophers, which formed its ideas in the 1820s. Guizot, one of its leading members, aimed to overcome the traditional separation of public and government, and agitated for a new role of the press and public opinion[20].

In the Académie des Sciences science was now open to new participants who –more or less– stood outside scientific research. In fact, science and scientists now risked exposure at an unknown scale. In what way science would develop under the eyes of new players? Scientists and politicians regarded the public with ambivalent feelings. The crowds of the French revolution revived bad memories, and any political philosophy of the time had to devise strategies to prevent any repetition of that kind of event. No doubt, Arago ruled the Academy with a firm hand and imposed his authority whenever the public tried to interfere with the Academy's task. Nevertheless, the public exercised pressure on the Academy in a more indirect manner tolerated by Arago: it transformed the communication among scientists inside the Academy by its mere presence, and it certainly had its preferred subjects to which it was more attentive (either in support or criticism). It was up to Arago to justify the new situation to which he had contributed so heavily. In fact, he wanted it to have both ways: an Academy that continued research as in former glorious days, and an Academy that was attentive to pub-

[20] ROSANVALLON, Pierre (1985), *Le moment Guizot*. Paris, pp. 67-68.

lic interests. For him it was important to keep the Academy in the centre of public concerns, as a stage for the transmission of knowledge. Arago reserved for himself the role of the great communicator between social groups, and he liked to play a leading role in propagating such decisive scientific and technological results as Fresnel's theory of light or the art of photography.

Arago's popular science encountered strong criticism from what Arago's close friend Alexander von Humboldt ironically called 'aristocratic science.' In March 1840 the mathematician Guglielmo Libri wrote three anonymous articles in the *Revue des Deux Mondes*[21]. A refugee from Italy, Libri was a gifted mathematician and had made –with Arago's help– an astonishing career in France, becoming one of the younger members of the Academy of Sciences in 1833 at the age of 30.

Libri's article sent out a warning signal that French science was about to lose its dominant status in Europe. This was not due to general scientific malaise, nor to lack of funding, rather to a disturbing new feature of scientific activity: its prominence and popularity for a larger public. Libri had mixed feelings about the public's strong attention towards science: the public tended to assimilate science to its own populist needs. With the end of the July Monarchy, Libri argued, there was no further need for political agitation, and public attention only deflected scientists from their real work. Public condemnation of scientists on purely political grounds was counter-productive and would threaten important work done by conservative or revisionist figures, like the mathematician Cauchy or the physicist Ampère. In the Academy's newly constructed meeting room, Libri lamented, the public dominated, the best places were assigned to journalists, and speakers, instead of addressing primarily their colleagues, rather faced the new audience. Libri regarded the Academy as engaged on an «offending» and «dangerous» course and feared for the «dignity» of science.

The quality of research was threatened by public taste. For Libri «science of minor quality» was about to replace abstract research and mathematical works. By science of minor quality Libri meant «little scientific games,» like Daguerre's discoveries, to which the Academy had paid considerable attention. Arago, he complained, focused on curious, isolated effects, and neglected long research, mathematics, theoretical astronomy, higher theories and broader conceptions. Arago –so Libri– preferred a narrative science to science that required mathematical demonstrations. Concessions of this kind had led the Academy on the wrong path, to the low grounds of public taste and preference. What was needed, was to reclaim a noble place for science, to lead it out of daily political business to new spiritual heights.

Libri's elitist view of science made him feel closer to colleagues in other countries. The Academy's primary orientation, Libri suggested, should be toward contact with foreign societies, and he pointed to the Academy's neglect of contact with other leading scientists (such as Gauss or Berzelius) who no longer cared to send their research work to the Academy. What Libri suggested was a horizontal international association, not a vertical national one, as intended by Arago. Libri saw the Academy as an institution whose future work was to control, register and further scientific achievements on a world-wide scale, not to continue its time-consuming function as a tribunal of industrial issues of minor importance.

[21] LIBRI, Guglielmo (1840), «Lettres à un Américain sur l'état des sciences en France», *Revue des Deux Mondes 21*, 789-818; *22*, 532-544; *23*, 410-423.

There was another person who opposed the direction the Academy took under Arago's directorship: the physicist Jean-Baptiste Biot, a relic of Laplacian physics. He had lost an election for *secrétaire perpétuel* in 1822 to Arago's favorite Fourier. Arago and Biot had had several fights over priorities and other issues, which led to Biot's momentary distance from the Academy during the 1820s. Biot defended a line of research that did not exclude mathematics, but that was based on Newtonian physics and focused on solid experimental work, meaning observation, experiment, and mathematical calculations.

Many themes that Libri had raised were also of concern to Biot, however with differences in style and tact. Like Libri, Biot took care to draw a line between scientists and the public, and feared for the dignity of the institution: meetings had turned into a «spectacle,» he deplored, where scientists cultivated their vanity. What was at stake, was the «seriousness» and the «depth» of science. Biot argued that scientists became more and more reluctant to discuss and speculate in the Academy, as every dispute or possible error was commented upon in the *feuilleton scientifique* of the journals some days later. These fears, expressed in the 1840s, Biot was to regard as fully confirmed in the 1850s, when he severely criticized the Academy for dealing more with demands from outside, than with research from within, and for its lack of discussion. By then the Academy had become for Biot populist and had lost its independence; it had turned into an «office for free scientific advertisement»[22].

Biot also regarded the publication of the Academy's *Comptes-rendus* from 1835 on with mixed feelings: though they contributed to the creation of an «intellectual forum of high energy», he was doubtful whether this excitement was compatible with science real progress, which was the result of careful, long-lasting studies. Biot took care to develop his argument about why he wanted to separate the public and scientists. He stressed the *provisional* character of science, and argued that this provisional character lay outside the public's perception. Biot did not present science as a catalogue of truths, but as a process on its way to truth. Science was an on-going project. He feared that the public might not distinguish enough between the lasting mathematical methods, and the provisional nature of the results that one can deduce from them. Biot propagated the ideal of a scientist in the ivory tower, but he was also the first to recognize that this ideal was out of fashion. In the end the public stance of science was for him only an inevitable sign of modern times.

Thus the common characteristics of Arago's opponents were an option for an elitist science, advocacy of a separation of research from applied science, and the preference for mathematical and abstract research. They all meant more or less an adherence to traditional values and the exclusion of the public from scientific inquiry.

3. Rendering scientists' life and work public: Arago's éloges

One of the most important public tasks of the *secrétaire perpétuel* was to hold the eulogies on deceased members. Eulogies occupied an important position at the interface between science and the public. The genre of *éloges* flourished in France after the foundation of the academies in the seventeenth century. By holding *éloges* academicians affirmed their in-

[22] BIOT, Jean-Baptiste (1858), *Mélanges scientifiques et littéraires*. Paris, vol. 2, pp. 278, 292.

dependence from political interference establishing thereby their own norms; they used them as powerful new tools to propagate new criteria for honor and distinction, a task that formerly had been restricted to kings. *Eloges* appealed to the French literary mind; firmly anchored in French culture, they engaged large sections of the French public, –and even the Catholic church[23].

The rules in the Académie des Sciences were quite different from the Académie Française as the eulogies were held in public sessions. In the course of the eighteenth century the *éloges* turned into important public manifestations of science. Held at public meetings, the *éloges* reached out to a wide audience that included professional and amateur scientists, politicians, literary critics, journalists, and a curious public. Wrapped in elegant rhetoric the eulogies made science more digestible for the public. For the *secrétaire perpétuel* holding a eulogy was an ultimate consecration –and a torment, as it led the *secrétaire perpétuel* on unfamiliar terrain and put his diplomatic, rhetorical, and literary skills to severe public scrutiny.

The *secrétaires* were generally free in their choice about whom they wished to speak, usually a former member of the Academy. Arago put a considerable amount of work into these *éloges*: in their written form their length often exceeded 100 pages, for which Arago had studied original manuscripts and letters. Altogether he wrote 13 of them (Condorcet, Bailly, Watt, Volta, Monge, Carnot, Poisson, Ampère, Gay-Lussac, Malus, Fresnel, Fourier, Young). This was yet another facet of his ambitious programme of educating the public.

Arago's *éloges* included many moral judgments on his former colleagues, and not always favourable ones. In fact, he refused to call them *éloges*, but preferred instead the more neutral term *notices biographiques*. Arago rejected any heroic story, but rather wished to provide a complete account of the scientists' life. «The men of the elite have to be looked at under all possible aspects: it is important for the history of human intelligence to say whether the same individual may be a genius under some aspects and an ordinary man under all other aspects», he wrote[24]. By telling scenes from scientists' private lives, he aimed to demonstrate what price scientists paid for their careers, where they succeeded and failed. This turned sometimes to a more amusing, or embarrassing side, when he described the physicist Ampère complaining loudly about bad food at an official dinner. For Arago these anecdotes were part of his investigation of to what extent science was compatible with happiness and political and social life.

By laying open the weaknesses of even the most respected scientists, Arago did not intend to attack the dignified facade of science, but to make scientists more likeable and more accessible, for the public. He wanted to overcome the eighteenth century, where scientists and mathematicians had been regarded as coming from another planet. Unsurprisingly, these attempts provoked anger and distaste from conservative colleagues and literary critics, for whom the strength of the traditional *éloge* lay in beauty of style and abstraction from concrete and disturbing facts. With Arago the public reading of the *éloges* turned into a political

[23] For the history of the *éloges* see BONNET, Jean-Claude (1986), «Les morts illustres: Oraison funèbre, éloge académique, nécrologie», in: NORA, Pierre(ed.) (1986), *Les lieux de mémoire. La nation.* Paris, vol. 3, 221-224.

[24] ARAGO (1854-1862), *Oeuvres*, vol. 2, p. 663.

event; they provided an occasion for releasing political and social messages. This was yet another facet of his ambitious programme of educating the people.

Arago's eulogies were of a deeply moral character and sent strong social messages. In his *éloge* on James Watt of 1834, he inserted a most extraordinary section on *Des machines, considérées dans leurs rapports avec le bien-être des classes ouvrières* , 'On machines considered with their relations to the welfare of the working class'. Here he tried to prove to the working class that the introduction of steam engines represented the solution to social problems. Workers should welcome technological innovations rather than fear them[25]. He also spoke out against child labor, against the hideous exploitation of the poor by the rich, against the death penalty; he opposed the slave trade and argued in favour of political rights for women. From 1837 on Arago felt confident enough to deal with those scientists who had lived through the political troubles of the French revolution. Arago's *éloges* analyzed scientists' political actions during the French revolution, and aimed to rehabilitate men such as Carnot, Fourier or Monge whose career had suffered during the restoration.

Arago used every possible occasion to speak at length about the humble origins of many scientists, thus indirectly drawing parallels to his own life. This was part of a political message that scientific genius was not linked to social rank or fortune and that innovative work could also come from places, like a workshop, as was the case with the inventor of steam engine Watt[26]. When Arago detailed the youth and education of eighteenth-century scientists, he listed the numerous obstacles they had encountered in the course of their scientific career. For Arago, scientists had fought a heroic battle because they had succeeded in crossing traditional barriers between social classes. Defending the ideal of *égalité*, Arago very much sympathized with Thomas Young's ideas (derived from Quaker thought) which argued that the intellectual capacities of children differed far less than assumed: «Every human being could have done what another human being has done»[27]. At least it was the duty of a just society to foster a society of merit.

4. Conclusion

Arago did not always speak positively about the public. At times he scorned it as full of prejudices[28]. He pointed out that public judgment could sometimes be simply wrong, especially on scientific matters where its judgments depended on other sources. When he criticized the public Arago probably wished to reassure his scientific colleagues who disliked his frequent flirtation with it. He also wished to provoke the public and challenge it in preparation of its future role in science and society. Arago was firmly convinced that the public –despite

[25] *Ibid.*, vol. 1, pp. 431-449.

[26] *Ibid.*, vol. 1, p. 298.

[27] *Ibid.*, vol. 1, p. 281.

[28] *Ibid.*, vol. 1, p. 478.

all of its shortcomings– was genuinely morally good in the end. To justify this opinion he pointed to the public's unfailing ability to judge character (especially of those who ruled over them)[29].

His educational program, the *vulgarisation* of science, encountered considerable difficulties. Arago had to admit that generally, the public –more interested in political and military events– was indifferent to scientific and technological discoveries with the exception of some spectacular objects, like the balloon. For the general public, scientific publications were difficult, if not impossible, to read; the nature and methods of scientific research were complicated and often obscure, particularly the use of numbers and mathematical calculations. Even for the *secrétaire perpétuel* it was difficult to explain adequately in a eulogy how a steam engine worked, and even harder to find a popular language for mathematics. Scientific investigation seemed a preoccupation for those who lived outside the real world. It was detrimental to passions and desires and threatened to distort human nature. The aseptic character of science, its lack of spontaneity, intuition and playfulness, its arrogant insistence on truth, its ridiculous presumptions, its offenses against religious aspirations made life unpleasant, or, as the poet Lamartine saw it, sterile.

How then to convey a vision that made science attractive? Where to find arguments to convince a hesitant public that the pursuit of science was worthwhile? These questions became increasingly important after the 1820s, when the manipulation of public opinion turned into a powerful political tool for politicians *and* scientists. Arago seduced the public by suggesting political participation via political reform, and *vulgarisation* provided initiation to the cult and practice of science. Science was the only means to overcome inequalities and the sole guarantee for a society free of social hardships. Technological advances meant benefits for all members of society, particularly the working class.

It is therefore unsurprising that the emphasis of Arago's message clearly shifted to the political realm (where the public was also much easier to reach). The literary critic Sainte-Beuve has distinguished between two series of Arago's *éloges*. For him, Arago's early eulogies on Fresnel, Fourier, Young and Watt were instructive and of good quality, whereas the later ones on Carnot, Bailly, Monge, and Condorcet formed a series of semi-political notes[30]. While Sainte-Beuve's distinction might be too clear-cut, it nevertheless points to an important shift. In his early eulogies Arago was still very optimistic about the public's intellectual capacities. He defended his eulogies against criticism that considered them as dry scientific lessons. However, this ideal of a purely rational *vulgarisation* of first-rate science rapidly vanished. Increasingly Arago problematised the possibility of *vulgarisation*, regretting for example that the *éloge* was too short to deal with scientific issues in sufficient detail[31].

Arago took on the role of a mediator between science and the public, government and Academy, scientists and industrialists, poor and rich, between those scientists who focu-

[29] *Ibid.*, vol. 3, p. 51.

[30] SAINTE-BEUVE, Charles-Augustin (1855), «Oeuvres de François Arago,» *Causeries du lundi, 10*, 1-15, p.10.

[31] *Ibid.*, vol. 2, p. 42, p. 604.

sed on research and those who were first and foremost excellent teachers. He was driven in his actions by the strong belief in the necessity of a gradual solution to social conflicts after long and tumultuous debates. Arago was willing to make concessions to the public; in fact the very act of popularization was a concession. He denied the apparently dry character of science, taught with passion, and tried to stimulate the public's curiosity in scientific matters. What came out of Arago's science policy might be roughly defined as 'breadth rather than depth'. Arago aimed to obtain the highest number possible of scientifically educated people; in his eyes, only wide-spread education would assure the future of science and therefore of France.

Arago's 'science militante' was very short-lived. In fact, it collapsed at the very moment it seemed the time had come for its realization. In 1848 came the turning point, when Arago rose to power as a minister in the government only to abandon his political career a few weeks later. Still he had laid the ground on which science journalists, a profession that emerged during the 1850s and 1860s, could build. With Arago science had met a public.

SIMPÒSIUMS

PROJECTE PER A UNA PERIODITZACIÓ DE L'EVOLUCIÓ CIENTIFICOTÈCNICA A LA CATALUNYA I L'ESPANYA CONTEMPORÀNIES

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 57-58

PROJECTE PER A UNA PERIODITZACIÓ DE L'EVOLUCIÓ CIENTIFICOTÈCNICA A LA CATALUNYA I L'ESPANYA CONTEMPORÀNIA

Vicent L. Salavert Fabiani (coordinador i compilador)
Institut d'Història de la Ciència i Documentació López Piñero. CSIC-Universitat de València.

Paraules clau: *Periodització, Espanya, Catalunya, període contemporani.*

A proposal of periodisation to Modern History in Spanish and Catalan History of Science and Technology

Summary: *The Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica offers for consideration a proposal of periodisation to Modern History in Spanish and Catalan History of Science and Technology. The aim is to present this plan to the public discussion between the historians and to essay to reach a general agreement regarding about a new periodisation in 19th and 20th centuries.*

Key words: *Periodisation, Spain, Catalonia, 19th-20th centuries.*

En el marc de les seues V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica, que, organitzades per la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica varen tenir lloc a l'Observatori de l'Ebre (Roquetes) de l'11 al 13 de desembre de 1998, s'hi va realitzar una taula rodona amb l'objectiu d'elaborar un document de debat per a una periodització de l'evolució cientificotècnica a la Catalunya i l'Espanya contemporànies.

Fins ara, els historiadors de la ciència i de la tècnica hem anat utilitzant habitualment les categories provinents de la història política i econòmica, que no sempre ens resulten satisfactòries. En algun cas, sí que s'han proposat periodítzacions des de la pròpia disciplina, i les hem fet servir, com ara l'estructuració generacional que va divulgar J. M. López Piñero per a la medicina del segle XIX, i l'hem fet servir àmpliament, encara que el propi desenvolupament de la investigació ha fet que cada vegada resulte més difícil seguir utilitzant-la per a altres disciplines científiques no mèdiques. Per fi, entre les provinents de la història cultural, hem de destacar la famosa Edat d'Argent (1875-1936), la qual ha estat assumida per una part important dels historiadors de la ciència, encara que ens falta un consens en l'establiment d'alguns subperíodes que ens facen operativa aquesta categoria i la partició en generacions - 98, 27, 36- dóna lloc a divisions massa curtes per a encabir processos de llarga durada com els científics, a més de basar-se en criteris aliens a l'estudi de la natura, com ara la commemoració del naixement d'una gran figura literària. Ara bé, això no vol dir que neguem l'enorme

utilitat d'aquest tipus de fraccionament per a la nostra especialitat. Així, doncs, podem dir que l'establiment d'una estructuració en períodes, que puga servir per a la major part de les realitats cientificotècniques, apareix com una necessitat cada cop més evident, especialment per a l'època en què la realitat cientificotècnica s'ha imposat clarament en l'àmbit social, polític i econòmic: l'època contemporània.

Per confeccionar el document de síntesi, va considerar-se que la millor forma de fer-ho era escoltar les reflexions de diferents especialistes, que elaboraren propostes de periodització en un ventall ampli i el més complet possible de les disciplines que abasten aquest complex conjunt de sabers. Les diferents enunciacions foren presentades per J. Cartanyà (agronomia); S. Calatayud i E. Mateu (història econòmica); V. Navarro i A. Roca (física); R. Gozalo (geologia i paleontologia); S. Garma (matemàtiques); J. L. Barona i J. Bernabeu (medicina); S. López (política científica); A. Nieto (química); G. Lusa (tecnologia).

Les suggestions suscitades per les seues intervencions animaren un viu debat entre els assistents, que matisaven o ampliaven els distints marcs cronològics, feien esment sobre algun oblit o silenci, i sobretot donaven nous arguments en favor d'una iniciativa, que per sort varen fer pròpia la major part dels assistents, que equival a dir, la majoria dels membres de la jove societat. A partir de les distintes intervencions, s'ha intentat arribar a un document de síntesi que incloguera les contribucions més destacables de cadascun dels intervintors –tant de la taula, com del públic–, per la qual cosa s'ha defugit d'establir separacions massa rígides i, per això, habitualment hem fitat els distints subperíodes amb intervals cronològics, perquè foren el més representatius possibles. Per altra banda, hem de dir que el criteri fonamental que ha informat la major part dels esquemes ha estat el dels distints procesos d'institucionalització científica i tècnica que ha experimentat la societat espanyola en general i catalana en particular. Per fi, abans de fer pública la declaració que adjuntem, l'hem distribuïda entre estudiosos de la disciplina –recordem a rajaploma a Manuel Martí de la Universitat de València i Jaume Trullols de la d'Oviedo–, que al seu torn han realizat distintes precisions i crítiques. A tots ells volem expresar públicament el nostre agraïment.

Volem dir que no és intenció dels organitzadors endinsar-se en la famosa polèmica sobre l'existència i licitud de la periodització, una eina de treball que ha demostrat suficientment la seua utilitat per a l'historiador. En efecte, ens permet d'estalviar-nos la repetida definició de cadascuna de les categories que utilitzem a cada treball. És per això que el document que presentem, pretén esdevenir una plataforma de discussió que aglutine la comunitat d'estudiosos sobre la ciència espanyola, amb la finalitat de què siga millorat i depurat, amb l'objectiu que en un dia pròxim, pugam comptar amb una estructura en períodes del nostre passat, que puga ser acceptada per tots nosaltres. La millor forma d'avançar en la constitució d'una disciplina és a través de la constitució d'espais d'encontre i de debat i la directiva de la jove Societat Catalana ha considerat que una de les funcions que millor justifica la constitució i manteniment d'una associació com aquesta, és precisament la de promoure la discussió oberta sobre qüestions que interessen al major nombre d'especialistes. I és des d'aquest convenciment que fem públic el següent document, amb el prec a les distintes agrupacions i institucions: comunitat universitària, societats d'historiadors, etc., de què facen totes les propostes i esmenes que consideren oportunes, i de què facen còrrer el següent guió entre la major quantitat possible d'especialistes, estudiosos i curiosos tant de la història ben o mal nomenada general, com del passat cientificotècnic.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 59-62

PROPOSTES I REFLEXIONS SOBRE UNA PERIODITZACIÓ DE LA MEDICINA EN LA ESPANYA CONTEMPORÀNIA

J. L. Barona; J. Bernabeu Mestre
Universitat de València; Universitat d'Alacant

0. Unes reflexions inicials

Si parlem de la medicina com una de les àrees indiscutibles de l'activitat científica contemporània hem d'atribuir-li, necessàriament, una peculiaritat important que li és inherent i que la diferencia de la resta de parcel·les de la ciència: la pluralitat de dimensions. La consideració d'aquesta multidimensionalitat ha de ser prèvia a qualsevol consideració general perquè no resulte falsament homogeneïtzadora. En aquest sentit, hem de reconèixer que la medicina comporta, almenys, els vessants següents:

a) Un coneixement científic de les estructures i les funcions del cos i la ment humans, però també de la seua instal·lació en condicions de salut i malaltia. Això implica un seguit de disciplines o d'àrees de coneixement autònomes amb un estatut, uns mètodes i un grau de desenvolupament propi i diferent. Són l'anatomia, la histologia, la fisiologia, la bioquímica, la patologia i la semiologia clínica, entre d'altres.

b) Un desenvolupament tecnològic, més o menys important, aplicat al diagnòstic (tècniques d'exploració) i a la guarició de les malalties (terapèutica física, farmacològica, quirúrgica, etc.).

c) El desenvolupament d'un procés de divisió social del treball sota la forma d'especialisme mèdic, que és conseqüència d'un fenomen intern de desenvolupament de coneixements –però també extern– a causa de les necessitats i les demandes de la societat. L'especialitat mèdica incorpora tots els aspectes esmentats en els punts anteriors.

d) El model institucional o d'organització de l'assistència sanitària: l'atenció primària, el model hospitalari, etc. Al capdavall, el conjunt del sistema d'atenció de salut.

e) Les polítiques sanitàries, és a dir, les estratègies de salut pública, els programes de prevenció, la millora o la introducció d'infraestructures sanitàries, les polítiques d'educació per a la salut i de divulgació de coneixements higiènics i sanitaris entre la població, etc.

Evidentment, la complexitat de tots aquest elements ens hauria d'aportar tot un seguit de cauteles per a no caure en la simplificació de proposar cap periodització que fóra excloent. És ben cert que les coses quadren millor com més se simplifiquen, però el coneixement històric —sempre complex—, a l'últim, impugna els esquemes molt brillants per la seua capacitat d'organitzar la realitat, però poc adequats a la multitud de factors derivats de la investigació a l'abast.

S'imposa una segona reflexió, doncs. Integrar sense anacronismes ciència, tecnologia i societat ens porta, en el cas de l'evolució seguida per la medicina en la societat espanyola del segle XIX i primera meitat del segle XX, a prendre com a model de referència la periodització que és habitual i generalment acceptada per la història social. Òbviament, caldrà, a partir d'aquest model general, omplir de contingut o buidar-ne les etapes succesives, d'acord amb els vessants científics, tècnics o socials inherents a la medicina, que ja hem esmenat abans. En aquest sentit, una primera aproximació panoràmica a les etapes d'evolució de la medicina en la societat catalana i espanyola contemporànies ens portarà a una proposta com la següent:

1. Etapa d'aïllament científic, endarreriment tecnològic i absència d'un model social d'assistència i de prevenció: 1808-1844

Les investigacions de caràcter bibliomètric, que han analitzat les característiques de la literatura mèdica generada durant la primera meitat del segle XIX, indiquen, sense excepció, una crisi de la producció científica en medicina, un tancament davant les novetats exteriors, l'absència quasi absoluta de formes de comunicació interna i amb l'exterior (com és ara el periodisme científic o la indústria editorial) i la renúncia a introduir programes d'implantació de formes, més o menys estatalitzades, de medicina social o d'higiene pública. Aquesta situació, sens dubte conseqüència de la crisi d'un model de societat decadent i en ruïna econòmica, retrata l'absència d'un projecte il·lustrat en el domini de la medicina, i és fruit també del fracàs i de les reiterades desfetes dels programes liberals durant la primera meitat del segle, i la consolidació d'un absolutisme monàrquic retrògrad i reaccionari que va portar la societat espanyola a l'endarreriment i la misèria. Únicament durant el trienni liberal aparegueren informes, propostes i plans d'intervenció que recollien les novetats produïdes a l'Europa del nord. El sistema assistencial encara era el de l'àntic règim, aliè a qualsevol model d'organització sanitària, i continuava funcionant al voltant dels hospitals generals d'origen renaixentista i les institucions de caritat unides a l'església. És un període, doncs, de crisi científica, d'aïllament i de decadència institucional.

2. Etapa d'obertura científica, consolidació professional i desenvolupament del model assistencial de beneficència: 1844-1874

La primera nota important, des del punt de vista de l'actualització dels coneixements i de la lliure circulació d'aquests, és el fet que, a partir de la segona meitat del decenni de 1840, es va encetar amb força un imparable procés de creació de revistes i altres publicacions periòdiques en els diversos dominis de la medicina. Pràcticament al llarg de tot el segle

XIX aparegueren revistes de contingut general, però a mesura que acabava el segle en sorgiren algunes d'especialitzades (medicina social, pediatria, cirurgia, entre d'altres). Fins a la gloriosa revolució del 1868 van anar augmentant també les publicacions monogràfiques dins el domini de la medicina, i van sorgir algunes institucions renovadores que són l'expressió d'una etapa de clara consolidació professional. És el cas de l'Institut Mèdic Valencià o de la reactivació que van experimentar algunes acadèmies de medicina i cirurgia. Aquest procés va estar emparat, en bona mesura, per les possibilitats que va obrir la llei Moyano del 1857. Es tracta, no obstant això, d'un període científicament poc productiu, més aviat de recepció de novetats i d'idees de l'exterior, que alguns historiadors han qualificat com a *etapa intermèdia*.

En el domini professional, cal destacar el fet que la cirurgia va assolir l'estatut de professió universitària i va obrir un nou terreny professional i acadèmic. D'altra banda, la llei de Sanitat del 1854 marca també un punt d'inflexió que representa l'inici de diversos intents —sovint frustrats— de desenvolupar polítiques sanitàries generals: establir estratègies de lluita i prevenció de les epidèmies, millorar les condicions de salubritat de les poblacions i els municipis; al capdavall, adequar la sanitat a la nova administració provincial i municipal.

El període revolucionari que va del 1868 al 1875 encara va aprofundir més en aquests canvis, alhora que va obrir les portes a iniciatives molt diverses de reforma institucional. Es van inaugurar nous laboratoris privats per a la investigació i per a desenvolupar els supòsits de la medicina de laboratori, es van crear noves institucions lliures per a la docència universitària de la medicina (Escola de Medicina del Museu Antropològic de Madrid, Escola Lliure de Sevilla, etc.). Totes aquestes reformes en l'àmbit de la docència i la recerca van afavorir la incorporació del mètode experimental i del laboratori en la pràctica clínica, en l'exploració i en el tractament de les malalties.

Al mateix temps, es va produir una progressiva valoració social positiva de la ciència com a motor de progrés, benestar, llibertat i civilització. Es va configurar un model assistencial de beneficència pública, caracteritzat per la diversificació socioeconòmica de l'assistència, amb metges de capçalera que atenien les capes altes i mitjanes de la societat i un seguit d'institucions d'atenció i acollida als pobres i als marginats, que es van reforçar, de forma particular, en les grans ciutats. Paral·lelament, es van expandir sistemes d'iguals, les societats d'assegurances mútues, i es va produir una expansió professional cap al món rural.

3. La nova medicina experimental, les especialitats i la creació d'un model sanitari: 1875-1936

La transició que va de finals del segle XIX al segle XX va aportar la incorporació, més o menys generalitzada, de la medicina espanyola a la comunitat mèdica internacional i el cultiu de les noves disciplines de tarannà experimental de laboratori, principalment la microbiologia, la fisiologia, la química mèdica, la farmacologia, la serologia i d'altres. Tot i arrossegar greus mancances estructurals, l'organització acadèmica i professional de la medicina va experimentar una millora considerable. Per primera vegada en la nostra història contemporània, aquest període, bé que ha estat qualificat com a edat d'argent de la ciència i la cultura espanyoles, va aportar una incipient producció científica pròpia. Potser el camp on aquesta producció es va fer més palesa fou el de les neurociències (recordem, si més no, Simarro,

Rodríguez Lafora, Cajal i la seua important escola), però també en el de la fisiologia (Gómez Ocaña, Pi Sunyer, Negrín ...), la microbiologia (Ferran, Pittaluga ...), la serologia i altres camps. La creació d'escoles científiques en el domini de la medicina estigué directament vinculada al procés d'institucionalització de la investigació, promogut per l'Institut d'Estudis Catalans i la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. El nou marc acadèmic i les primeres mesures de política científica estimularen la investigació mèdica i un major arrelament en el context internacional, en bona mesura propiciat per la política de beques i pensions a l'estranger o d'acords com el signat amb la Fundació Rockefeller.

Es crearen, alhora, noves associacions científiques, com ara la Societat Espanyola d'Higiene, i tant en l'àmbit hospitalari com en la universitat es va encetar un imparable procés d'especialització professional, que tingué una repercussió directa en l'aparició d'un punyent periodisme d'especialitat, de societats i associacions, de càtedres universitàries; al capdavall, un nou model hospitalari: l'hospital d'especialitats, sempre articulat al voltant de les grans figures de renom de les diverses especialitats medicoquirúrgiques.

Durant les primeres dècades del segle XX, a partir de les dades sanitàries i del moviment natural de la població, es va encetar també una important demografia sanitària i una epidemiologia que havien de servir de fonament per a estratègies assistencials i campanyes de prevenció i lluita contra la mortalitat infantil, les malalties infectocontagioses o els accidents. Val a dir que constituïa l'eina imprescindible per a establir les condicions d'una política sanitària que garantís el procés de transició cap al model epidemiològic i demogràfic dels països desenvolupats. La Instrucció General de Sanitat del 1904 i les posteriors normatives del 1924 i el 1925 (estatut local i estatut provincial) dibuixaren un nou model assistencial i de salut pública. Es crearen noves institucions, es fundaren els cossos de sanitat marítima i terrestre, el sistema d'inspeccions sanitàries, els instituts provincials d'higiene, l'Institut Alfons XIII, l'Escola Nacional de Sanitat...

En l'àmbit més concret de Catalunya, cal esmentar l'important paper desenvolupat pel Servei de Sanitat de la Mancomunitat de Catalunya. Les investigacions sociosanitàries assoliren el màxim exponent i compromís durant la II República i propiciaren un model sanitari estatal que solament s'aplicaria de forma plena després de la Guerra Civil.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 63-65

LES ETAPES DE LA HISTÒRIA ECONÒMICA ESPANYOLA

Enric Mateu; Salvador Calatayud
Universitat de València

Una periodització basada en la història econòmica afronta vàries dificultats. La principal deriva de la asincronia pròpia dels procesos econòmics, particularment quan tractem amb fenòmens de creixement desigual (com ho és sempre el creixement des d'una perspectiva històrica). A més de les diferències territorials i sectorials en el canvi econòmic, hi hauria, almenys, tres punts de vista possibles:

a) des de la perspectiva del canvi tècnic, la periodització hauria de prendre com a punts de referència les innovacions lligades a les diferents etapes de la industrialització, ja que a l'època contemporània són aquestes les que marquen el sentit dels canvis productius, no solament al sector secundari sinó també a l'agricultura.

b) des del punt de vista del canvi institucional (política econòmica, legislació, etc.) hi ha dos moments que permeten diferenciar etapes: la consolidació de les transformacions liberals al llarg del segon terç del segle XIX; i els inicis de la intervenció estatal en l'economia al primer terç del XX.

c) des de la perspectiva de l'evolució de les variables macroeconòmiques (el PIB, l'IPI) trobem una successió d'etapes d'estancament o creixement lent i d'accel·leració del creixement. Tanmateix, destaca sobre tot el fet que el creixement econòmic espanyol ha estat un procés lent però sostingut i, per tant, acumulatiu. No hi ha hagut moments inequívocs de *take off*, però tampoc discontinuitats importants (amb l'excepció del periode 1936-1950); s'ha tractat d'un llarg i pausat procés industrialitzador.

La combinació d'aquestes diverses perspectives ens donaria la periodització següent:

1800-1840: inestabilitat, estancament i canvi institucional. Enmig de la crisi de l'Antic Règim i de les dificultoses tentatives de revolució liberal, l'economia va patir una fase d'escàs creixement (i de retrocés en alguns períodes i sectors). La fallida fiscal de la Monarquia s'arrossegava des del segle XVIII, i la pèrdua de les colònies la va fer definitiva. L'activitat absolutament majoritària, l'agricultura, va conèixer entre 1815 i 1835 una crisi comuna a tot Europa i caracteritzada pels baixos preus, l'estancament de les rendes dels propietaris i dels beneficis dels cultivadors (que en moltes zones tingueren dificultats per mantenir-se al nivell de subsistència) i l'escàs canvi estructural. Pel que fa a les manufactures, l'impuls experimentat al set-cents es va frenar: la mecanització del tèxtil iniciada abans de la Guerra del Francés va aturar-se fins la dècada de 1830, quan va començar la recuperació i la renovació tècnica.

Tanmateix, en l'àmbit institucional, els canvis consolidats a la dècada dels trenta van significar la supressió de bona part dels «obstacles al progrés» assenyalats per Jovellanos: abolició del règim senyorial, desamortització, desvinculació, abolició del delme, consolidació de la propietat privada, reforma fiscal, etc. El final del privilegi; la liberalització en la circul·lació de productes i factors de producció, i la creació d'un marc «nacional» per a l'activitat econòmica va assentar les bases per al desenvolupament ple del capitalisme, al mateix temps que van renovar la composició de les elits econòmiques i polítiques.

1840-1880/90: creixement i formació del mercat interior. La legislació (nova desamortització, llei sobre ferrocarrils, liberalització de l'accés als recursos del subsòl, aigües, etc.) va acabar de configurar el marc institucional per al desenvolupament capitalista. La recuperació, des de 1840, de la producció i la renda agràries va anar acompanyada, en alguns casos, de l'especialització productiva (amb augment de les exportacions) que no va afectar, però, l'absolut predomini del cereal. Un creixement bàsicament extensiu, ja que no van augmentar significativament els rendiments ni va disminuir la població activa agrària (al voltant del 65 % tant el 1800 com el 1900). Pot considerar-se, però, un cert èxit, ja que l'augment de la producció va permetre alimentar un contingent de població de 4 milions més d'habitants (8 milions d'augment en tot el segle).

La indústria va adoptar els canvis de la Revolució Industrial britànica: la mecanització del tèxtil i la introducció de la màquina de vapor. Va haver-hi, doncs, un increment de la inversió; una difusió de noves tècniques, coneixements i qualificacions obreres, i un avenç de pràctiques empresarials inèdites. Per la seua banda, la mineria va desenvolupar-se i va convertir Espanya en ún dels primers exportadors europeus de diversos minerals. El creixement industrial va trobar els seus limits derivats de la deficient dotació de recursos, la insuficient extensió dels canvis industrials, el lent augment de la demanda, etc.

Simultàniament, la construcció ferroviària va articular millor el mercat interior mentre proliferaven negocis urbans al voltant de les finances, com l'immobiliari i la dotació de serveis a les ciutats. En definitiva, el canvi a la producció i el procés de diversificació econòmica van consolidar el capitalisme espanyol.

1880/90-1936: de la crisi finisecular a la transformació estructural de l'economia. Els efectes de la crisi finisecular, el final de l'època lliurecanvista a Europa i la pèrdua de les colònies van produir un reforçament del proteccionisme i l'inici d'una etapa de creixement orientat cap a l'interior (la «via nacionalista» impulsada pels regeneracionistes de dins i fora de l'Estat). En agricultura, la crisi dels vuitanta (posterior per al cas del vi) va significar una momentània pèrdua de rendibilitat però també l'incentiu per a l'aprofundiment de diverses linies d'especialització productiva a la perifèria peninsular. Alguns dels trets definidors de l'època són: incorporació territorialment desigual de tècniques com els fertilitzants; creixent presència de les institucions agronòmiques públiques i dels agrònoms en l'administració i la difusió tècnica; neixement de la «política hidràulica» i plantejament explícit de la «qüestió agrària», que promouria debats i enfrontaments.

Al sector industrial va haver-hi una certa implantació dels sectors de la segona Revolució Industrial (electricitat, química i siderurgia de l'acer), que va implicar la difusió de noves formes empresarials (l'empresa de gran tamany, amb un fort pes del capital fixe i una incorporació de descobriments científics a la producció). Concentració de la producció, pro-

tagonisme dels grups de pressió i regulació estatal del sector van ser algunes de les característiques d'un teixit industrial més diversificat i complex.

El canvi en la composició interna dels productes agrari i industrial va anar acompanyat d'una apreciable transferència de població des del sector primari i un avenç de la urbanització. Açò implicava canvis en les actituds i els valors i pot considerar-se un vertader procés de transformació estructural de la societat i l'economia. Així, la historiografia ha alterat la visió de la Guerra Civil com a resultat de l'endarreriment econòmic, i l'ha substituït per una lectura que emfasitza les tensions provocades pel creixement econòmic desigual.

1936-1950: estancament. Tots els indicadors (renda per habitant, índex de producció industrial, etc.) mostren un persistent estancament degut no principalment als efectes de la Guerra Civil sinò a la política econòmica i les circumstàncies del periode autàrquic del franquisme. Espanya va interrompre bruscament l'anterior creixement convergent amb Europa, i va consolidar el retard en un moment en què els països veïns iniciaven amb el Pla Marshall l'època daurada del capitalisme i de l'Estat del benestar redistribuidor.

En agricultura va retrocedir l'especialització productiva i la transformació tècnica, i no va assegurar-se l'abastiment de la població als preus taxats. Mentrestant, la indústria, amb l'INI al cap, va veure limitada la renovació de l'equipament tècnic per les dificultats d'importar. Malgrat tot, l'Institut va permetre consolidar algunes indústries bàsiques sense les quals la posterior entrada en el capitalisme avançat hauria estat impossible. Els nivells de renda de la població assalariada van retrocedir i la modernització social va aturar-se.

1950-1973: l'acceleració del creixement. La rectificació de la política econòmica i l'obertura a l'exterior van produir una revitalització de la producció i el consum amb fortes tensions que van fer necessari el Pla d'Estabilització de 1959. Així, de 1960 a 1973, l'economia va conèixer les majors taxes de creixement de la història espanyola, unes taxes que, com les de la resta de països mediterranis, superaven la mitjana europea.

Tant a l'agricultura com a la indústria es va reprendre l'impuls transformador del primer terç del segle. El camp va canviar profundament amb l'adopció de les tècniques de la revolució verda, amb fortes conseqüències sobre l'èxode rural i l'augment de la productivitat. La indústria va créixer més que el conjunt de l'economia, sobretot els subsectors bàsics i, com a novetat, l'automòbil. Precisament aquest darrer subsector pot considerar-se indicador del nou paper que el consum de masses començava a jugar. Tanmateix, hi havia fortes insuficiències del teixit industrial (escassa competitivitat exterior, etc.), de moment ocultes per la manca de transparència, la corrupció i el patrocini estatal. Finalment, els serveis van assolir un pes decisiu.

El canvi econòmic, que va contribuir a legitimar la dictadura, va fer ressaltar també el seu anacronisme, generant tensions socials creixents. Aquestes tensions prepararien la transició política a partir de 1975, en un context econòmic totalment diferent, definit per la crisi mundial.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 67-69

PROCÉS D'INSTITUCIONALITZACIÓ DE L'AGRONOMIA ESPANYOLA. PROPOSTA DE CRONOLOGIA

Jordi Cartañà i Pinén
Departament de Geografia Humana. Universitat de Barcelona

La cronologia que es presenta s'ha basat principalment en les actuacions de caràcter institucional portades a terme per les diferents administracions públiques en els camps de la investigació, divulgació i ensenyament de la ciència agronòmica.

Així doncs, els aspectes de caràcter socioeconòmic, com les polítiques desamortitzadores, els canvis en la propietat de la terra, les polítiques proteccionistes, l'estat de la xarxa de transport, etc., no s'han considerat a l'hora d'establir la periodització d'aquesta disciplina, malgrat la influència que en cada moment van exercir sobre l'activitat científica i tècnica potenciada des de l'Estat.

1. Antecedents (mitjan segle XVIII–1808)

Les actuacions portades a terme per les Societats Econòmiques, en l'àmbit del desenvolupament agrícola, van propiciar el procés d'institucionalització de l'agronomia a l'Estat espanyol. La recerca en el camp de l'agronomia es va iniciar durant la segona meitat del segle XVIII. Cal destacar que la primera càtedra on s'ensenyaren els principis de la «nova» agricultura funcionà a Saragossa a partir del 1780.

2. Etapa de decadència (1809-1847)

Degut a la guerra i la subsegüent restauració borbònica es va produir un trencament en les expectatives creades a inicis de segle. La majoria dels agrònoms es van haver d'exiliar a l'estranger o van ser sancionats (Mariano Lagasca, Simón de Rojas Clemente, Sandalio de Arias), i fou escàs el nombre d'agrònoms que restaren en actiu.

Malgrat aquest fet, es crearen càtedres d'agricultura a diverses províncies espanyoles sostingudes per institucions semiprivades de caràcter local com les Societats Econòmiques o les Juntes de Comerç. Directament de l'Estat només en depenia el Jardí Botànic de Madrid que va iniciar la seva activitat agronòmica el 1807. L'activitat docent i investigadora d'aquestes institucions va ser mínima i la indústria editorial especialitzada gairebé inexistent. Malgrat això, cal destacar la publicació, el 1816, de les *Lecciones de Agricultura* de Sandalio de Arias, primer manual d'agricultura espanyol, que seguia criteris científics.

Un cop assentat el règim liberal en el poder, les reformes educatives de 1841 i 1845 van facilitar l'origen de noves càtedres d'agricultura en els primers instituts de batxillerat espanyols.

3. Etapa de consolidació (1848–1875)

Un fet cabdal en el procés de consolidació de l'agronomia va ser l'establiment, el 1848, de les Juntes Provincials d'Agricultura, amb la missió d'impulsar el foment agrícola en l'àmbit local. Tot i que van perdurar fins ben entrat el segle XX, l'eficàcia d'aquests organismes va ser variable segons els llocs i les èpoques. La creació de les Juntes va propiciar la celebració d'unes Juntes Generals d'Agricultura a Madrid el 1849, primer congrés de caràcter científic celebrat a Espanya.

Aquest mateix any (1848) es creà a Villaviciosa de Odón, prop de Madrid, l'Escola Especial d'Enginyers de Monts.

Mariano Reinoso, per encàrrec del govern, va proposar una nova organització de l'ensenyament agrícola (1849-50). Entre altres aspectes, considerava bàsica l'existència d'una escola superior per a la formació d'enginyers agrònoms, ja que hi havia una gran escassetat de professionals d'aquesta branca tecnològica. El resultat d'aquesta proposta fou la creació el 1855 de la Escuela Central de Agricultura a Aranjuez, que va ser el segon centre de formació superior creat a Europa, després del de Lisboa, creat el 1853.

Seguint el model francès de Grignón –escoles privades amb subvenció estatal–, es crearen cinc escoles d'agricultura entre 1851 i 1855 que van quedar absorbides pels instituts respectius a partir de la promulgació de la Llei Moyano el 1857.

També a partir de 1849, per tal de divulgar els nous principis agronòmics, s'obligaren els estudis agrícoles a l'ensenyament normal i primari. Fou escollit el *Manual* d'Alejandro Olivan, text que va ser obligatori fins l'any 1882.

Totes aquestes novetats propiciaren l'increment de les publicacions de caràcter agrícola que van arribar a un màxim de nou el 1850.

En l'àmbit científic i tècnic, durant aquest període s'introduïren a Espanya les teories de Liebig de la mà dels químics Ramon Torres Muñoz de Luna i Justo Villanueva. L'Institut Agrícola Català de Sant Isidre, creat el 1851, impulsà la creació d'un laboratori químic (1867) que potencià especialment l'ús dels adobs. El 1863 es creava a Barcelona, la primera fàbrica d'adobs artificials d'Espanya mentre a Sevilla s'introduïa la màquina de vapor en les tasques agrícoles.

4. Etapa intermèdia (1876-1900)

Durant aquest període, es consolidà i s'incrementà la participació de l'Estat en el procés de modernització tecnològica de l'agricultura.

La Llei d'Ensenyament Agrícola de 1876 pretenia donar un nou impuls al desenvolupament de l'agronomia i regulava el paper de l'Estat en el foment agrícola, el seu ensenyament i la investigació agronòmica.

No obstant això, les dificultats d'involucrar les diputacions i municipis en el fi-

nançament va ocasionar un retrocés en l'activitat agronòmica que no es va recuperar fins a principis del segle XX.

Tot i així, es va anar consolidant l'activitat dels enginyers agrònoms al servei de l'administració, s'organitzà, el 1879, el Cos facultatiu, i s'incrementà considerablement el seu nombre (1861-75: 104; 1876-90: 191).

Altres aspectes que cal destacar són la creació de la «Gaceta Agrícola del Ministerio de Fomento» el 1876 i la consecució el 1881 d'un nou màxim de publicacions periòdiques agrícoles (24 títols).

Amb moltes dificultats es crearen les primeres Estacions agronòmiques experimentals (centres d'investigació i divulgació directa) i Escoles d'Agricultura. La poca predisposició de l'administració local va conduir a una escassa estabilitat d'aquestes institucions. El 1900 existien només 10 institucions de caràcter agronòmic a Espanya.

5. Etapa d'expansió (1900–1936)

Durant aquesta etapa es van generalitzar les estacions experimentals per tot el territori. L'Estat en va assumir el finançament global i aconseguí estabilitat i un funcionament regular dels centres. El 1920 existien 60 institucions públiques d'investigació i formació.

També es descentralitzà l'ensenyament de perits agrícoles amb la creació d'una o més escoles a cada districte agronòmic. A Catalunya, la Mancomunitat inaugurà, el 1911, l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 71-75

PROPUESTA DE PERIODIZACIÓN PARA LA GEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA ESPAÑOLAS

Rodolfo Gozalo Gutiérrez
Departamento de Geología. Universitat de València.

Palabras clave: *Períodos, geología, paleontología, instituciones, España.*

Periodic subdivision of Spanish Geology and Palaeontology: a proposal

Summary: *According to previous works, the spanish geological and palaeontological history can be subdivided into eight periods, viz: 1750-1808, 1808-1825, 1825-1849, 1849-1873, 1873-1910, 1910-1936, 1936-1965 and 1965-recent. Here, an overview of these periods, with special emphasis in the main spanish institutions, is presented.*

Key words: *Periods, Geology, Palaeontology, Institutions, Spain.*

Esta periodización es una puesta al día, con algunas modificaciones y añadidos, de las diversas propuestas de subdivisión temporal, que desde el siglo pasado, se han planteado por los estudiosos de la historia de la geología y de la paleontología españolas (Fernández de Castro, 1874; Mallada, 1897; Sequeiros, 1984, 1989; Truyols, 1988, 1989; Gozalo, 1997). En conjunto se pueden establecer desde 1750 hasta nuestros días ocho grandes periodos, los cuales en algunos casos podrían a su vez ser subdivididos:

1750-1808

Este período se caracteriza por la aparición de las primeras obras centradas en cuestiones geológicas o paleontológicas como los trabajos pioneros de Torrubia y Bowles. Desde un punto de vista institucional la fundación por Fernando VI en 1752 del Real Gabinete de Historia Natural de Madrid (Barreiro, 1992: Capítulo 1) supuso un fuerte impulso para todas las ciencias naturales en España, aunque sufrió diversos avatares hasta su definitiva consolidación en el reinado de Carlos III, en el que se produjo uno de los de los hitos más importantes de la paleontología española, el montaje del primer esqueleto fósil de un mamífero, el *Megaterio*, por Brú (Pelayo, 1996: 294-296) y, ya en el reinado de Carlos IV, la publicación de los *Anales de Historia Natural* (1799-1804).

1808-1825

Período caracterizado primero por la Guerra de la Independencia y después por una gran inestabilidad, tanto social como política, acompañada de una profunda crisis económica. Desde el punto de vista de las ciencias de la tierra la actividad fue muy escasa, circunscribiéndose a esfuerzos puntuales. Una de las consecuencias de la pérdida de la mayoría de las colonias, fue el cese del flujo de minerales que se extraían en las mismas, lo que obligó a plantear la necesidad de explotar los yacimientos mineros de la metrópoli.

1825-1849

La promulgación de la Ley de Minería en 1825, basada en una memoria de Fausto Delhuyar, que había vuelto a España tras varios años de servicio en Suramérica (Palacios, 1992), y la posterior creación de la Dirección General de Minas bajo su dirección, supuso una revitalización de todos los aspectos relacionados con la minería, y por lo tanto de la geología. En este período se produce la reforma de la enseñanza de la minería (López de Azcona, 1978), para ello se concedieron diversas pensiones para la formación del personal técnico y docente en el extranjero (principalmente en la Academia de Minería de Freiberg, Alemania), como consecuencia de toda esta actividad renovadora se creó el Cuerpo de Ingenieros de Minas en 1835; en el seno del mismo aparecen las primeras revistas españolas específicas sobre estas materias, las cuales fueron acompañadas por diversas publicaciones financiadas por los ministerios correspondientes.

1849-1873

En 1849 se creó la «Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino», que poco después pasó a llamarse «Comisión del Mapa Geológico de España». Fue la primera Comisión encargada de elaborar el mapa geológico de España, aunque en esta primera etapa también tenía a su cargo cuestiones topográficas, zoológicas y botánicas, y en ella se integraron tanto ingenieros como naturalistas de formación universitaria. Durante este período de tiempo, esta Comisión dependió de distintos organismos administrativos y pasó por diferentes etapas y nombres; aun así su actividad científica fue importante, apareciendo las primeras memorias geológicas provinciales y un gran número de trabajos puntuales. En esta época se editan varias revistas de temática geológica y minera, todas ellas dependientes de la administración o del Cuerpo de Ingenieros de Minas. Tampoco hay que olvidar la participación de algunos de los ingenieros de minas y naturalistas más capacitados en la creación y desarrollo de la Academia de Ciencias de Madrid. También en 1852 se creó la primera Cátedra de Geología y Paleontología de la Universidad Española, que fue ocupada por Juan Vilanova y Piera (Gozalo, 1993 y Pelayo, 1995).

1873-1910

En 1873, Fernández de Castro logra que se promulge el decreto de refundación de la Comisión del Mapa Geológico de España, el cual la dota de una mayor independencia económica y plantea unos objetivos definidos de tipo exclusivamente geológico; también en este decreto se señala que todo el personal de la Comisión deberá ser del Cuerpo de Minas, eliminando la posibilidad de colaboración con otros Cuerpos de la administración o con la Universidad, lo que provocó bastante malestar en el campo de los naturalistas, en los primeros años de este período se originaron algunas de las más agrias polémicas entre naturalistas e ingenieros, por ejemplo entre Vilanova y Egozcue y Cia (Sequeiros, 1991 y Gozalo, 1993).

De todos modos, durante este período se produjo uno de los momentos más brillantes de la geología y paleontología españolas, tanto por el gran número de autores como de trabajos, que mayoritariamente fueron publicados en las revistas de la Comisión, o bien, en las Actas y Anales de la Sociedad Española de Historia Natural (fundada en 1871), y que supuso la primera asociación de naturalistas no patrocinada por la administración (Gomis, 1998). En este período destacan también la creación del Museo de Geología del Seminario de Barcelona por Jaime Almera (Via, 1975) y la proliferación de asociaciones naturalísticas de ámbito regional que suponen, en parte, la descentralización de las ciencias naturales, un buen ejemplo lo tenemos en la Institució Catalana d'Història Natural fundada en 1901 o la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales de 1902.

1910-1936

En 1910 la Comisión se transforma en Instituto Geológico de España (en 1927 Instituto Geológico y Minero de España), en este caso no sólo se produce un cambio nominal sino de línea de trabajo, hacia cuestiones más técnicas, como minería e hidrogeología, abandonando en gran parte la investigación básica en geología y paleontología, que pasaron a desarrollarse fundamentalmente en las universidades y, sobre todo, en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. En 1926 se celebró en España el XIV Congreso Geológico Internacional, que lo podemos considerar como el mayor evento para la geología y paleontología españolas de la época, y que permitió mostrar a científicos de todo el mundo los inmejorables afloramientos y localidades para el estudio de estas ciencias en España. Esto conllevó que en los años siguientes vinieran numerosos investigadores a trabajar a España, sobre todo franceses y alemanes, lo que supuso un importante avance en el conocimiento de la Geología y de la Paleontología.

Por otro lado, la creación de la JAE en 1910, donde se integraron los principales naturalistas españoles de la época, y sus diversas comisiones y publicaciones, como la Comisión para las investigaciones paleontológicas y prehistóricas o los Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (ambas creadas en 1912), supuso un fuerte impulso para estas investigaciones, lo que, junto a la dotación de becas para estudios en el extranjero, propició la entrada de los nuevos conocimientos que se estaban desarrollando en Europa y el inicio de nuevas especialidades en nuestro país. Tampoco hay que olvidar la creación de la sección de Ciencias Naturales de la Universidad de Barcelona en 1910.

1936-1965

La Guerra Civil Española supuso una ruptura con el período anterior. En la etapa de la postguerra destaca la creación del CSIC, como núcleo de la investigación científica; de todos modos respecto a la geología y paleontología existe una primera etapa de cierta languidez intelectual y científica, con honrosas excepciones de apertura hacia Europa, que posibilitó futuros contactos y la llegada de geólogos, sobre todo franceses, alemanes y holandeses, que realizaron una importante labor de investigación regional, que posteriormente fue aprovechada por los investigadores españoles.

1965-Actualidad

La creación de los departamentos universitarios en el sentido que actualmente los conocemos, permitió la incorporación de numerosos investigadores a la universidad, lo que supuso un fuerte incremento en la investigación de todas la ramas de las ciencias de la tierra. Para la geología, el año 1972, con la aprobación del plan MAGNA de cartografía geológica a E. 1/50.000 para toda España (actualmente todavía en elaboración) y los proyectos de prospecciones mineras, supuso no sólo la incorporación de muchas empresas a labores de investigación, sino también la aportación de medios materiales para la investigación básica realizada por las universidades, lo que amplificó sobremanera la investigación básica en estas ciencias.

Bibliografía

BARREIRO, A. J. (1992), *El museo nacional de Ciencias naturales (1771-1935)*, 2a. ed., Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales – Ed. Doce Calles.

FERNÁNDEZ DE CASTRO, M. (1874), «Notas para un estudio bibliográfico sobre los orígenes y estado actual del Mapa Geológico de España», *Boletín de la Comisión Mapa Geológico de España, 1*, 1-152.

GOMIS BLANCO, A. (1998), «Desarrollo institucional de la Real Sociedad Española de Historia Natural», *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 1, 2a. época,* 5-46.

GOZALO GUTIÉRREZ, R. (1993), «Biografía de Juan Vilanova y Piera». En: *Homenaje a Juan Vilanova y Piera*, Valencia, Imprenta provincial, 11-83.

GOZALO GUTIÉRREZ, R. (1997), «La Geología española durante la Restauración». En: BLANES I NADAL, G.; GARRIGÓS I OLTRA, L. (Coor.), *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Alcoi-Barcelona, SCHCT)*, 143-152.

LÓPEZ DE AZCONA, J. M. (1978), «La enseñanza de la Minería en el Mundo Hispánico. Capítulos 7 y 8», *Boletín Geológico y Minero, 89* (6), 85-99.

MALLADA, L. (1897), *Progresos de la Geología española durante el siglo XIX*, Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias de Madrid, Imprenta de L. Aguado.

PALACIOS, J. (1992), *Los Delhuyar*, Logroño, Consejería de Cultura, Deportes y Juventud. Gobierno de la Rioja.

PELAYO, F. (1995), «Un capítulo en la creación de la Cátedra de Geología y Paleontología de la Universidad Central: La formación científica de Juan Vilanova en Europa», *Llull, 18* (35), 439-516.

PELAYO, F. (1996), *Del Diluvio al Megaterio. Los orígenes de la Paleontología en España*, Madrid, Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia, 16, C.S.I.C.

SEQUEIROS, L. (1984), «Producción científica paleontológica española en el siglo XIX: impacto de la modernidad». En: *II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Jaca 1982, 2*, 453-468.

SEQUEIROS, L. (1989), «La Paleontología en España en el siglo XIX», *Llull, 12* (22), 151-180.

SEQUEIROS, L. (1991), «Dos paradigmas paleontológicos en la ciencia española del siglo XIX. El enfrentamiento entre Egozcue y Juan Vilanova y Piera». En: *Actas V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Murcia 1989, 2*, 929-942.

TRUYOLS, J. (1988), «Desarrollo histórico de la Paleontología contemporánea en España». En: *Historia de la Paleontología*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 45-68.

TRUYOLS, J. (1989), *La Geologia catalana entre l'oficialitat i la iniciativa privada*, Universitat de Barcelona, Actes universitaries, 1.

VIA BOADA, L. (1975), *Cien años de investigación geológica. (En el centenario del Museo Geológico creado por el Dr. Almera en 1874)*, Barcelona, CSIC.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 77-79

PROPUESTA PARA UNA CRONOLOGÍA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN ESPAÑA DESDE 1939 A 1998 DESDE LA PERSPECTIVA DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Santiago López García
Universidad de Salamanca

1924-1932. Las rupturas del «discurso civil» sobre la ciencia

1924: Real Politécnico Hispano-Americano.
1931: Intento de recomponer el discurso civil con la creación de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.
1932: Expulsión de los Jesuitas.

1933-1936. Período de tensiones e intentos de recomposición del discurso civil

1936-1939. Ruptura radical del «discurso civil»

1939-1946. Captura de la propiedad intelectual de los investigadores

Utilización de la ciencia como propaganda.

1946-1953. Intento de ligar la investigación científica a la autarquía económica

El Patronato Juan de la Cierva y el INI.

1953-1959. Crisis del modelo de investigación científica y autarquía económica

Ascenso de la figura de Lora Tamayo.
1958: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT).

1959-1973. La investigación científica y el Desarrollismo

1961: Asociaciones de Investigación.
1962: Lora Tamayo (Ministro de Educación).
1963: Comisión Delegada del Gobierno de Política Científica.
1964: Fondo Nacional para la Investigación Científica.
1968: Planes Concertados de Investigación.

1973-1981. Bloqueo de iniciativas e intentos de reforma

1972-1975: III Plan de Desarrollo (apoyo al desarrollo tecnológico).

Proyectos no consolidados para la reorganización de la investigación (el ejemplo del ITP).

1973: El ascenso de Mayor Zaragoza (Subsecretaría del Ministerio de Educación y Ciencia).

1977: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CEDETI).

1979: Ministerio de Investigación y Universidades (González Seara).

Luis Sanz se refiere a este trienio como un «momento culminante en que se realizó un experimento único, que elevó el dominio político de la ciencia y la tecnología al máximo nivel político administrativo, al rango de Ministerio. La creación del ministerio de Investigación y Universidades o Universidades e Investigación no solamente será el esfuerzo más importante por construir las capacidades del Estado en el campo de la investigación, en el que se ensayaron procedimientos, normas y rutinas para la organización de la política, sino que además el experimento fue una cantera de gestores que ayudarían a los futuros responsables socialistas. Por lo demás, tras la reintegración del campo de las políticas científicas y tecnológicas al ministerio de Educación la creación de un ministerio para la ciencia y la tecnología será, a partir de entonces, una reivindicación constante de los investigadores»[1].

1982-1992. Consolidación de las reformas

Enfrentamiento dentro del PSOE de los defensores de la preeminencia del área económica y los partidarios del área universitaria-científica, pasando por el predominio que los profesores de la Complutense ganaron en los puestos de la política científica, hasta la fijación de las grandes líneas de investigación en torno a la microelectrónica y la biotecnología. Se cierra con el trámite parlamentario de la Ley de Fomento y Coordinación General de Investigación Científica y Técnica que terminaría siendo aprobada en 1986.

1986: Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica.

1988: Plan Nacional de I+D.

Mecanismo de coordinación de todas las iniciativas públicas en beneficio de la investigación científica y tecnológica con el objetivo de conseguir una verdadera política nacio-

1. Sanz Menéndez, L. (1997): *Estado, ciencia y tecnología en España 1939-1997*, Madrid, Alianza, 158.

nal en estos aspectos. Esto se intentó a través de la fijación de prioridades y una amplia discusión con multitud de agentes sociales.

1992-1998. Dejación de deberes

1992-1995: Segundo Plan Nacional de I+D.

Impulso de las Comunidades Autónomas y de Europa.

Preeminecia del Ministerio de Industria y Energía frente al de Educación y Ciencia a la hora de formalizar programas específicos.

1996-98: Indecisión sobre la política científica.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 81-82

APUNTS PER A UNA CRONOLOGIA DE LA FÍSICA A L'ESPANYA CONTEMPORÀNIA

Víctor Navarro Brotons; Antoni Roca Rosell
Institut d'Estudis Documentals i Històrics sobre la Ciència. Universitat de València; Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica. Universitat Politècnica de Catalunya.

En el segle XIX es constitueix el que podríem anomenar física clàssica, amb les seves diferents branques, que inclouen la mecànica, l'electricitat i el magnetisme, l'òptica, la calor i la termodinàmica, l'elasticitat i la hidrodinàmica... Abans, al segle XVIII, el terme física conservava encara en gran mesura el sentit més general de «filosofia natural» i disciplines com ara l'òptica o la mecànica eren anomenades matemàtiques mixtes o fisicomatemàtiques. Ja al segle XX sorgiran la teoria quàntica, la teoria de la relativitat especial i general, la física nuclear i la teoria de l'estat sòlid. D'altra banda, el desenvolupament de la física clàssica i moderna (contemporània) ha estat estretament relacionat amb el desenvolupament industrial i tècnic.

1) El període de la il·lustració (regnats de Carles III i IV: 1759-1808)

Es continua i intensifica un procés encetat als períodes anteriors. En algunes institucions militars s'introdueix l'ensenyament d'algunes disciplines fisicomatemàtiques, juntament amb el nou càlcul, etc. El 1764: creació de la Conferencia fisicomatemàtica experimental de Barcelona, que mostrarà certa continuïtat al segle XIX en el conreu de la física. El 1771 es crea la càtedra de física experimental dels Reales Estudios de San Isidro de Madrid. Tant a Barcelona com a Madrid es realitza un esforç per tal de recolzar els ensenyaments amb instruments adients i de crear una indústria pròpia de fabricació d'instruments. En altres institucions sorgides al voltant de la Il·lustració: societats econòmiques, acadèmies, Instituto de Gijón, etc., es fa un esforç per tal d'assimilar els nous coneixements, fonamentalment des de la perspectiva de la seva utilitat. Algunes parts de la física són introduïdes en l'ensenyament de les escoles de la Junta de Comerç i en les escoles d'enginyeria.

La física és un coneixement teòric que diversos professionals consideren d'utilitat diversa. Són metges, tècnics, enginyers. En aquest període les principals aportacions són aplicacions de la física, però no hi ha investigació teòrica original.

2) Segle XIX. En el segle XIX el conreu de la física a Espanya va tenir molt escàs relleu i es pot dir que el període 1808-1833 fou de catàstrofe o esfondrament de molts dels avenços científics i tècnics, en general, del període il·lustrat. El redreçament o recomposició, en el cas de la física, fou molt mes llarg que en altres disciplines. L'«etapa intermèdia» va durar fins al segle XX. D'altra banda, cal relativitzar l'esfondrament i assenyalar també una certa continuïtat en alguns aspectes o institucions, com ara l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.

Com a aspectes destacats d'aquesta etapa es poden assenyalar:

1857: Creació de la facultat de ciències. La llicenciatura en ciències es crea per formar professors de ciències. La física és reconeguda, doncs, com a element fonamental per a la formació d'un professor i, en general, d'un científic. L'especialitat dins de la llicenciatura de ciències no es consolidarà fins el 1900, amb la reforma de García Alix.

1847: Creació de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales i publicació, a partir de 1850, de la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, que en la seva primera etapa publicà fonamentalment traduccions de treballs estrangers.

3) *El segle XX fins a la Guerra civil.* Es desenvolupa la recerca en física experimental. Creació, en 1910, del Laboratorio de Investigacions Físicas de la JAEIC. La necessitat d'una recerca experimental, expressada en diferents fòrums, acaba quallant en el laboratori de Blas Cabrera, que serà reconegut com el centre d'investigació en física de referència a Espanya.

La creació de la Sociedad Española de Física y Química el 1903 és sens dubte un primer pas d'identitat professional. La Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques el 1932 representa l'autoreconeixement dels practicants de la física a Catalunya. En aquest període es creen organismes de física pràctica, com el Servei Meteorològic de Catalunya, dirigit per un físic professional, tot i que el fan possible els aficionats.

4) Després de la Guerra civil. La física teòrica i experimental.

1951 Creació de la Junta de Energía Nuclear. El programa d'investigacions nuclears, plasmat a la Junta, impulsa la recerca teòrica, ja conreada en alguns nuclis, com la càtedra de Física Matemàtica de Madrid, dirigida des del 1941 per Terradas. Espanya s'incorpora als projectes europeus de recerca i entra al CERN. Als departaments de física de Madrid, Barcelona, València i altres universitats, comença a haver-hi professors que fan recerca teòrica i experimental en diversos camps de la física.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 83-86

UNA CRONOLOGIA PER A LA HISTÒRIA DE LA QUÍMICA

Agustí Nieto-Galan
Universitat Autònoma de Barcelona

0. Introducció

La definició d'una cronologia per a la història de la química a Espanya en els segles XIX i XX no és una tasca senzilla. Si una bona cronologia va lligada òbviament a la maduresa i al nivell qualitatiu i quantitatiu de la recerca realitzada, no hi ha dubte que la història de la química és una de les disciplines més febles en el nostre context acadèmic.

Les set etapes que es defineixen tenen, doncs, un caràcter molt provisional. Es tracta més d'hipòtesis de treballs que no pas de resultats consensuats a través de la recerca. A més, si l'època de la Il·lustració ha donat en els darrers anys noves recerques, la química a l'Espanya del segle XIX i bona part del XX, és encara una gran desconeguda des del punt de vista històric. En el nostre context acadèmic i industrial, els químics, són, en general, un dels col·lectius de científics professionals amb menys interès per la seva pròpia història.

En qualsevol cas, la proposta de cronologia és la següent:

1. 1789-1808: Les Escoles de Química de la Il·lustració: La recepció de la química francesa

Es tracta d'un període d'irrupció d'una nova química d'origen francès aplicada a les arts, en el context de la recepció de Lavoisier (Gago). És la generació il·lustrada, la dels «pensionados» en contacte amb les innovacions estrangeres i la dels estrangers contractats a la Península. Proust, Chavaneau, Elhúyar, Aréjula, Gutiérrez Bueno, García Fernández, Carbonell, Orfila, Martí i Franquès, Garriga, etc.

És un moment de gran creixement institucional, d'una primera professionalització, on el nombre d'escoles, càtedres i laboratoris és força notable:

Càtedra de Química del «Seminario Patriótico de Vergara» (Proust, 1778)
«Cátedra de Química aplicada a las Artes de Madrid» (García-Fernández, 1787)
«Real Laboratorio de química de Madrid» (Gutiérrez Bueno, 1788)
«Cátedra de Química de la Escuela de Artillería de Segovia» (Proust, 1792)
«Escuela de Física, Química y Mineralogía» (Chavaneau),
Fusió de les càtedres de Madrid i de Segòvia (Proust, 1799)
«Cátedra de Química del Colegio de Cirujía de Cádiz» (Aréjula)
Càtedres de Química de les «Sociedades Económicas de Amigos del País» de Granada i Saragossa.

Escola de Química de la Junta de Comerç de Barcelona (Carbonell, 1805)

Un llibre emblemàtic del període, que representa el primer text en castellà que sistematitza la nova química de Lavoisier és: GARRIGA, Josep; SAN CHRISTOBAL, José María. *Curso general de química aplicada a las artes*. C. Crapelet. París 1804-5 (2 vols.).

2. 1809-1845: Crisi de l'Antic Règim i continuïtat d'alguns projectes industrials

Malgrat la interrupció que significà la Guerra del Francès i la crisi de l'Antic Règim, alguns projectes de química aplicada a les arts industrial i a l'agricultura tingueren una notable continuïtat. Aquest fou per exemple el cas de l'Escola de Química de la Junta de Comerç de Barcelona, del Real Conservatorio de Artes, o de l'exposició de química industrial de Madrid de 1827.

La revista *Memorias de Agricultura y Artes* (1815-21) reflectia el treball de l'Escola d'Agricultura i Botànica (Francesc Bahí), la de Mecànica (Francesc Santponç) i la de Química (Francesc Carbonell) de la Junta de Comerç de Barcelona. Un dels eixos vertebradors de la recuperació cientificotècnica de la postguerra del francès.

La química industrial (tintura, vi i destil·lació, il·luminació de gas, química agrícola), estava representada per obres com les de: ROURA, Josep. *Memoria sobre los vinos y su destilación y sobre los aceites*. Imp. Oliveras y Gavarró. Barcelona 1839 (reeditada el 1857, 1883, 1887); ARBÓS, Jaume; ROQUÉ, Pere. *Tratado práctico del blanqueo y tintura de la lana, seda y algodón*. Vda. e hijo de Mayol. Barcelona 1846-47 (2 vols.).

3. 1845-1875: La institucionalització universitària i les inèrcies industrials

Progressivament la química ocupà un lloc més destacat en la universitat, institució de la qual havia estat notablement allunyat des del segle XVIII. Moments clau d'aquest procés venen representats per la llei Pidal (1845), la llei Moyano (1957) i la fundació de les Facultats de Ciències.

Joan Agell jugà un paper important en la Universitat de Barcelona restaurada (1837). Es crearen seccions de Química inorgànica, orgànica i analítica i emergiren nous «professionals», professors universitaris de química, en una generació «Isabelina» (Vernet) sensible a la recepció de la química alemanya. Entre d'altres destacaven: Sáez Palacios, Ríoz Pedraja, Casares Rodríguez i Torres Muñoz de Luna.

Les reformes polítiques del Sexenni (1868-74) contribuïren a la instauració de la llibertat de càtedra, defensada en casos emblemàtics com el de José Ramon Luanco.

La química aplicada s'introduïa també a les noves escoles industrials: Roura, Manjarrés, Luanco, així com la química d' aliments: Magí Bonet, Ramon de Manjarrés.

4. 1875-1903: El dinamisme fi de segle i l'estabilitat de la Restauració

La química a la Universitat no escapava, però, de la precarietat de dotacions per a una recerca i experimentació de qualitat. S'obria un debat, pròxim al debat finisecular sobre

la ciència espanyola, on figures emblemàtiques com, Mascareñas, Luanco, Casares Gil, reivindicaven l'equilibri de recerca, docència i experimentació de la universitat alemanya.

Els exemples històrics jugaven un paper important en el debat, i els anomenats químics-historiadors (Rodríguez Carracido, Luanco, Bonet) recuperaven els químics de la Il·lustració, abans esmentats, com a referents mítics d'una connexió ideal amb la química estrangera.

5. 1903-1936: La Sociedad Española de Física y Química (1903)

La creació de la *Sociedad Española de Física y Química* (1903), i posteriorment dels *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, com a revista professional d'àmplia difusió són dos fets significatius en el procés de consolidació acadèmica, industrial i social de la química espanyola.

La *Junta para Ampliación de Estudios* (1907) revitalitzà l'antiga política de «pensionados». Es consolidaren noves especialitats universitàries: química analítica, química orgànica, química biològica, química física, i el finançament privat jugà un paper clau en la fundació del *Instituto Nacional de Física y Química* (1932), amb importants grups de recerca en Química Orgànica com el de Madinaveitia, o en Química Física com el d'Enric Moles.

A més, la química industrial jugava també un paper important en la secció «Química Tècnica» de la revista *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*; amb l'aparició de noves publicacions periòdiques com *La industrial química* (1904), o la creació del Laboratori de l'Ebre i el futur Institut Químic de Sarrià.

6. 1936-1939: La dramàtica interrupció bèl·lica i la liquidació d'una generació

La dinamització de la recerca científica, i també de la química, que havia representat el *Instituto Nacional de Física y Química*, fou dramàticament aturada per la Guerra Civil i la posterior instauració de la dictadura militar de Franco. La fractura generacional universitària fou molt important. El cas d'Enric Moles és, per exemple, força significatiu.

7. 1940-1975: El CSIC i les Facultats de Física i Química del franquisme

Aquesta és una etapa encara força desconeguda pels historiadors. La història del CSIC a partir dels anys quaranta ens permetrà conèixer millor les línies de recerca potenciades pel franquismes des del punt de vista de la química. A més, el desenvolupament industrial dels anys 1960, donaren nova vida a la química industrial. L'institut Químic de Sarrià, és un bon exemple de diàleg, recerca acadèmica i indústria.

Bibliografia

GAGO, R. (1988), «Cultivo y enseñanza de la química en la España de principios del siglo XIX». A: SÁNCHEZ-RON, J. M. (ed.), *Ciencia y Sociedad en España*, Madrid, El arquero, 129-142.

GAGO, R. (1988), «The new chemistry in Spain», *Osiris, 4*, 162-192.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. et al., (1983), *Diccionario histórico de la Ciencia moderna en España,* 2 vols. Barcelona, Península.

LORA-TAMAYO, M. (1981), *La investigación química española*, Madrid, Alhambra.

MOLES, E. (1934), *Del momento científico español 1775-1825. Discurso leído en el acto de su recepción en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid por E. Moles... el día 28 de marzo de 1934*, Madrid, Bermejo.

NIETO-GALAN, A. (1998), «Searching an identity for chemistry in Spain: Medicine, Industry, University, the Liberal State and the new "Professionals"», A: KNIGHT, D.; KRAGH, H. (eds.), *The making of the chemists in nineteenth-century Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 177-190.

VERNET, J. (1975), *Historia de la Ciencia española*, Madrid, Cátedra «Alfonso X el Sabio».

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 87-91

DOCUMENT DE DISCUSSIÓ

Vicent L. Salavert (redactor)

1. Esplendor de la Il·lustració (1748/52-1789/93)

–1748/52-1767: Inicis d'una política científica. El 1748 s'inaugura El Col·legi de Cirurgia de Cadis i, en la dècada dels cinquanta, es posen en marxa diferents escoles de formació militar. A més, el 1752 es funda el Real Gabinete de Historia Natural, que marca un punt culminant en la promoció de l'activitat científica per part de la monarquia i el 1764, la conferència fisicomatemàtica. Eixe mateix any va aparèixer la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona i el 1765, a Vergara, es fundava la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País, dues iniciatives que inicien un procés d'assumpció per una part de la «societat civil» del projecte reformador, en un moviment que es va estendre arreu de les ciutats més importants de la monarquia. Finalment, el 1767 es produí l'expulsió dels jesuïtes, que significà una de les iniciatives més arriscades en el procés d'afirmació de la política del despotisme il·lustrat davant els poders fàctics més arrelats.

–1767-1789/93: Desenvolupament de la política il·lustrada. Comença a materialitzar-se la política de Carles III, la qual es basava en la consolidació del procés de militarització de la ciència espanyola a través de la fundació de nous centres de formació, que dotaren l'exèrcit de tècnics cada cop més ben preparats. Paral·lelament, a la Universitat es produeixen distintes reformes dels plans d'estudis. Així mateix, continuaren les iniciatives adoptades en l'època anterior, com la contractació de tècnics estrangers i l'enviament de pensionats a l'estranger per a què s'hi formaren. Per altra banda, continuaren fundant-se societats patriòtiques, i a partir dels anys noranta apareixen les primeres càtedres d'agricultura, vinculades a aquestes societats. Totes aquestes iniciatives, permetran la introducció i el conreu de les novetats en física experimental o química. La major part dels autors daten la defunció del període d'esplendor il·lustrat amb la mort de Carles III i amb el Tractat de Versalles (1793), que esdevé el punt de partida d'una llarga crisi, que s'agreujarà en els anys següents.

2. Enfonsament del projecte il·lustrat (1789/93-1845/57)

–1789/93-1830/33: Paralització i estancament. L'arribada al poder de Carles IV marca l'inici d'una crisi que no poden emmascarar iniciatives com la publicació dels *Anales de Historia Natural* (1799-1804) o la inacabada traducció al castellà dels dotze volums de l'*Encylopédie Méthodique*, que va animar l'editor madrileny Sancha (1789 i 1794). Tampoc no pogueren remuntar-la l'actuació decidida del grup col·laborador de la política de Josep I durant la dominació francesa, en un període en què l'ambient bèl·lic tampoc no facilitava les coses. Després de la guerra, la política absolutista de Ferran VII va suposar l'exili de les figu-

res més representatives de la ciència il·lustrada, encara que durant l'Ominosa, observem alguns signes de recuperació, com ara la promulgació de la Llei de Mineria (1825), una de les conseqüències de la qual fou l'enviament de tècnics per a formar-se en centres europeus. Les tímides iniciatives produïdes, junt amb el manteniment d'alguns projectes industrials com l'Escola de Química de la Junta de Comerç de Barcelona o la creació del Conservatorio de Artes (1824) i l'Exposició de Química Industrial a Madrid (1827), no poden amagar tampoc l'estancament industrial que patia el país.

–1830/33-1845/57: Recuperació. Una de les primeres mesures adoptades pels governs liberals fou la reforma de l'ensenyament en mineria (1835), en el que eren els difícils inicis de la tècnica científica acadèmica amb les reformes en enginyeria de camins (1834) i la creació de noves escoles politècniques, com l'Escola Especial d'Enginyers forestals. Al mateix temps, el Pla Pidal (1845) reorganitzava els estudis universitaris i aparegueren noves càtedres de contingut científic. A més, des del Ministeri de Foment varen dur-se endavant iniciatives tals com la recuperació de la Universitat de Barcelona (1837) o la fundació de les Juntes Provincials d'Agricultura i Comissions Reials d'Inspecció (1848); el 1850, va fundar-se el Ministeri d'Agricultura i quatre anys després va dictar-se la Llei de Sanitat. També s'hi produiren iniciatives locals com la fundació de l'Institut Agrícola Català de Sant Isidre (1851), al temps que s'afirmava el periodisme i l'edició científica, així com els inicis de l'associacionisme amb l'aparició de l'Instituto Médico Valenciano (1841), que eixe mateix any treia a la llum el seu *Boletín*. Des de l'àmbit institucional, hem de destacar la creació de diferents cossos d'enginyers i de la Comissió del Mapa Geològic d'Espanya, que amb diferents denominacions començà a funcionar en 1849. Així mateix, observem l'inici del procés d'embranzida industrial, palesat en el camp de la química industrial i tèxtil –especialment la catalana–, que s'intentà afirmar amb la creació del sistema estatal d'escoles industrials (1850), però que serà abandonat aviat en bona part a causa de la crisi econòmica.

3. La formació de la comunitat científica (1845/57-1907/10)

–1845/57-1868/71: Institucionalització universitària. A partir dels plans Mata i Moyano, aparegueren les Facultats de Ciències, la qual cosa permeté la constitució d'una comunitat de cultivadors de la ciència, que, a més, posaran en marxa institucions i societats, entre les quals podem destacar la Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales (1847), que tres anys després posarà en marxa la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* i les *Memorias*. Des de 1857, la Universitat de Madrid va esdevenir el model sobre el qual s'havia d'organitzar el sistema universitari espanyol i el 1866 s'organitzen els estudis de doctorat, que havien de realitzar-se obligatòriament a la Universitat Central. És un moment d'obertura a les consecucions científiques exteriors, encapçalat per l'anomenada generació isabelina, que en química significava la introducció de la influència alemanya i l'entrada de la disciplina en les noves escoles industrials. També s'hi produí l'equipament tecnològic de les indústries, propulsada per la formació del mercat interior. La política de fundació de noves institucions de caràcter científic continuà amb l'aparició de la Junta d'Estadística (1859), entre altres.

–1868/71-1907/10: Institucionalització professional. Al llarg d'aquests anys es consolida l'assumpció de les especialitats científiques en els diferents plans d'estudi: Llei d'En-

senyament Agrícola (1876), Pla Montero Ríos (1886), o l'aparició d'una especialitat de física dins la llicenciatura de ciències amb la reforma de García Alix (1900). L'any 1871 aparegué la Sociedad Española de Historia Natural, que posà en marxa dues revistes: *Actas* i *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural,* que aviat aconseguiren gran predicament entre la comunitat científica. En un ambient molt complex, en el qual passem de la República a la Restauració, aparegueren respostes educatives noves, entre les quals podem destacar la Institución Libre de Enseñanza (1876-1939). Es fundaren diferents associacions i cossos professionals, com ara el Cuerpo Facultativo de Ingenieros Agrónomos (1879), la Sociedad Española de Higiene (1882), la Institució Catalana d'Història Natural (1901), la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales (1902), la Sociedad Española de Física i Química (1903) o la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (1908). Paral·lelament aparegué l'Institut Geogràfic (1870), es refundà la Comissió del Mapa Geològic (1873), que suposava l'afirmació del cos d'enginyers de mines davant els geòlegs naturalistes, i el govern dictà la Llei de Col·legis mèdics (1898). Val a dir que moltes d'aquestes associacions posaren en marxa revistes que tindran un gran impacte en les seues repectives disciplines. L'astronomia va experimentar una important embranzida, tant per l'expectació despertada per l'eclipsi de 1900, com per la fundació d'observatoris com el de l'Ebre (Roquetes) i Fabra (Barcelona) el 1905. També en aquest període es produeix el debat sobre la recerca i l'experimentació, que en el camp de la química reivindica el model alemany. Després d'una etapa d'enfonsament de l'ensenyament industrial, amb el manteniment únicament de l'Escola de Barcelona (1867-99), el 1900 es funda el Ministeri d'Instrucció Pública, que reformarà l'ensenyament industrial (1901) a partir de les escoles de Barcelona, Bilbao i Madrid, que responien als procesos industrialitzadors del tèxtil català, la siderurgia vasca i els inicis d'un teixit industrial a Madrid. Lligat a aquest procès, s'explica l'aparició de nous centres com el Laboratori Químic de l'Ebre (1905), que el 1916 esdevindrà l'Institut Químic de Sarrià (1916).

4. Redreçament científic i davallada (1907/1910-1953/58)

–1907/1910-1936/39: Sota l'ombra de la JAE. Aquest subperíode coincideix amb l'anomenat període de planitud de l'Edat d'Argent. El 1907, Prat de la Riba creava l'Institut d'Estudis Catalans, que quatre anys després, integrava una secció dedicada a les ciències fisicomatemàtiques i de la natura, i des del 1914. Amb la constitució de la Mancomunitat de Catalunya, la institució assoleix un protagonisme clau com a configurador d'una política cultural, que va integrar nous centres educatius i d'investigació. També hem de destacar la inauguració (1908) del Laboratori de Biologia Marina de Mallorca, creat el 1906. Però, tot i la importància d'aquestes iniciatives, la institució que tingué una major influència com a articuladora de la investigació científica fou la JAEIC, fundada el 1909 i que l'any següent posava en funcionament el Laboratorio de Investigaciones Físicas; el mateix any que va produir-se la remodelació de la Comisió del Mapa Geològic en l'Instituto Geológico y Minero de España. El 1912 va posar-se en marxa la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, integrada dins l'Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, amb la corresponent publicació seriada, i es fundaren els *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales,* que va difondre una part considerable de les investigacions dels membres de la dinàmica generació de científics que dominen aquest període, durant el qual també va produir-se la necessària

recuperació de l'autonomia universitària (1919). En l'àmbit sanitari, va dibuixar-se un nou model assistencial i de salut pública amb la Llei General de Sanitat (1904) i les posteriors normatives de 1924 i 1925, així com l'Escuela Nacional de Sanidad (1924). També s'organitzen noves institucions i serveis tant des de l'administració central, com des de l'autonòmica, fou el cas del Servei de Sanitat de la Mancomunitat de Catalunya; la qual també inaugurà el 1911 l'Escola Superior d'Agricultura a Barcelona. També en aquesta època es funden centres d'investigació per part d'entitats financeres o empresarials: abans de la Primera Guerra Mundial apareix L'Escuela de Armería d'Eibar i a les darreries dels anys vint, el centre d'investigació de CAMPSA. Tot això estimulà considerablement la investigació espanyola en el context internacional, i afavorí les relacions personals i col·laboracions entre grups.

La República posa en marxa la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1931) i projectes com l'Instituto Nacional de Física y Química (1932), al temps que l'afirmació autonomista propicià l'aparició de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques (1932). En l'àmbit industrial, comença la implantació dels sectors de la Segona Revolució Industrial –electricitat, química i siderúrgia de l'acer–, que donà lloc a l'aparició de noves formes empresarials.

–1939-1953/58: Autarquia. Es produeix la liquidació d'una generació i la captura de la propietat intel·lectual dels investigadors, s'utilitza la ciència com a propaganda, al temps que l'adaptació de les estructures de la JAE a la nova situació amb la fundació del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1939), el Patronat Juan de la Cierva i l'INI, que tots plegats intenten lligar la investigació científica a l'autarquia. Després de la guerra, el centre d'investigació de CAMPSA esdevé Centro de Investigaciones Calvo Sotelo i el Banco Urquijo fa esforços per muntar un centre d'investigació: l'Instituto de Farmacología Española, que és obert el 1950 sota la direcció d'Antonio Gallego. En aquest ambient, certs sectors universitaris feien durs esforços per intentar trencar els dèficits estructurals, la penúria pressupostària i l'aïllament, amb l'objectiu d'iniciar la recuperació.

5. El disseny d'una política científica (1953/58 a l'actualitat)

–1953/58-1968/75: Desenvolupament i començament de la normalització. El 1957, amb la creació de la Junta d'Energia Nuclear i l'entrada al CERN, es posen les bases institucionals d'una física teòrica i experimental. La CAICYT (1961), la Comisión Delegada del Gobierno de Política Científica (1963), el Fondo Nacional para la Investigación Científica (1964) i els Planes Concertados de Investigación (1968) marcaran el trencament amb el model d'investigació científica de l'autarquia; juntament amb l'aparició a la Universitat dels Departaments, que va permetre la incorporació de nombrossos investigadors. Entre el 1972 i 1975, es posa en marxa el III Plan de Desarrollo, amb una clara vocació de suport al desenvolupament tecnològic, mentre que en el camp geològic i miner s'aprovà el pla MAGNA (1972). En l'àmbit educatiu, apareixen les universitats politècniques, es posen en marxa els plans universitaris de 1973, que significaran el ple reconeixement de l'ensenyament científic en una estructura cada cop més especialitzada, al temps que permetrà la diversificació de les antigues Facultats de Ciències en centres específics que reuniran totes i cadascuna de les grans disciplines.

–1968/75-1982/86: La reforma en la política científica. El 1977 es posà en marxa el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CEDETI) i dos anys després apareix el pri-

mer ministeri d'Investigació i Universitats (1979-81). Amb el triomf del PSOE, es redacta i s'aprova la Ley de Reforma Universitaria (1983), que pretén racionalitzar l'organigrama universitari entorn als Departaments, i es comença la redacció i discussió de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (1986).

–1982/86 a l'actualitat: L'impacte de la Llei de la Ciència. El 1988 es dicta el Pla Nacional d'I+D, que amb el segon pla (1992-95) suposa l'impuls de les Comunitats Autònomes i d'Europa, a més de donar la preeminència al Ministeri d'Indústria i Energia enfront al d'Educació i Ciència a l'hora de formalitzar programes específics. Els plans d'estudi de 1993, busquen dotar de major versatilitat els ensenyaments universitaris. A partir de 1996, s'observa una indecisió en la política científica.

Roquetes, 13 de desembre de 1998

LA UTILITZACIÓ DE CASOS HISTÒRICS A L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 95

PRESENTACIÓ

Coordinadors: Marina Castells; Josep Manel Parra; Pere de la Fuente

Els coordinadors d'aquest Simposi entenem el seu títol en un sentit ampli i és a partir d'això que l'hem orientat i buscat els possibles participants.

En primer lloc hem tractat de mostrar, des d'un punt de vista teòric, les relacions que hi ha entre la Història de la Ciència (HC) (i la Filosofia de la Ciència, FC) i la Didàctica de les Ciències (DC). Aquesta reflexió general sobre les ciències, la HC (i la FC) i la DC ens la fa Mercè Izquierdo. La participació de la resta dels ponents, tot i que aporten també algunes reflexions de tipus general, se centren més sobre casos o aspectes més particulars de la HC i de la DC i dels continguts específics de les ciències.

Hem intentat de cobrir les diverses matèries que típicament formen part de les àrees de Ciències, Matemàtiques i Tecnologia. Evidentment no ho hem aconseguit ja que els ponents del simposi s'havien de limitar en nombre, però creiem que el ventall dels continguts de les participacions és prou ampli com per fer-nos veure que la HC (i la FC) ens proporcionaran nous punts de vista, nous enfocaments i nous recursos, en definitiva, noves maneres de plantejar-nos el treball amb els alumnes a les classes.

Resumirem breument les diverses participacions al simposi. A més de Mercè Izquierdo, la participació de la qual ja hem comentat, tenim la comunicació de Manuel García Doncel que ens presenta el que la història de l'electromagnetisme ens pot aportar per al seu ensenyament. En Josep Cuello fa una reflexió didàctica a partir d'un cas històric concret dins de l'àmbit de les ciències de la naturalesa: la reproducció i la naturalesa dels fongs. J. Manel Parra ens mostra com la utilització de determinats textos científics pot ser, no només motivadora, sinó que ens pot proporcionar una visió didàctica diferent sobre un tema concret, en aquest cas, l'estudi del càlcul vectorial. Pere Grapí reflexiona sobre el potencial didàctic que l'episodi conegut com de la revolució química conté. Maria Rosa Massa toca el punt dels treballs de recerca al batxillerat i com aquests es poden orientar cap a la HC i la FC. Joaquín de la Gándara, F. Xavier Pardo, i Joan Sanromà, es mouen a l'entorn de l'ensenyament de la Tecnologia i presenten com s'ha treballat al seu centre de secundària la història de la tecnologia amb els treballs de recerca fets per alumnes de 2n de Batxillerat. No hem volgut tampoc deixar de costat un aspecte històric que de vegades s'oblida en la DC i en la HC, i és la història del propi ensenyament de les ciències i de les matemàtiques. També aquesta branca de la HC ens pot ajudar i orientar en la didàctica de les ciències i de les matemàtiques. Aquest aspecte és presentat per Josep M. Núñez i Jordi Servat.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 97-98

LA HISTÒRIA DEL CONEIXEMENT DE LA REPRODUCCIÓ I DE LA NATURALESA DELS FONGS EN RELACIÓ AMB LA DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES NATURALS

Josep Cuello Subirana
Facultat d'Educació. Universitat de Vic

Giambattista della Porta és considerat un dels primers naturalistes en reportar (1588) observacions d'espores de bolets. Tanmateix, els experiments convincents sobre el desenvolupament d'aquests organismes es van demorar gairebé 200 anys. Els va dur a terme el florentí Pier Antoni Micheli en demostrar de forma pràctica que en determinades condicions de cultiu les diferents espores d'una diversitat de fongs podien donar lloc, en cada cas, a organismes similars al de procedència (*Nova plantarum genera*, 1729).

No obstant això, durant tota una centúria aquella idea cabdal sobre el cicle biològic dels fongs fou qüestionada, gairebé sempre en relació amb prejudicis arrelats i relacionats amb les velles idees de l'heterogènesi i la generació espontània.

Allò que, d'ara estant, resulta més sorprenent per a nosaltres –a banda de l'exuberant imaginació subjacent en les alternatives proposades (litòfits terrestres, pseudozoolitòfits, *Lapis lyncurus*, *Pietra fungaia*, tofonel·les...)– és l'originalitat d'alguna d'aquelles interpretacions pel fet afegit d'estar basada en el treball experimental. Em refereixo, en concret, al descobriment de la gia o mosca vegetal efectuat a l'illa Dominica pel granadí José Torrubia (el mateix autor de l'interessantíssim *Aparato para la historia natural española* que fou emprat a Barcelona com a llibre de text de ciències de la natura fins a la meitat del s. XIX).

D'aquella «troballa» potser el més destacable és el ressò que obtingué. No només en el nostre àmbit geogràfic (el professor de la Universitat de Cervera, Mateu Aymerich –atent com estava a l'ensenyament de les ciències–, en dóna compte en la seva *Geografía de Cataluña* de 1767) sinó també ben enllà. El descobriment de Torrubia el va donar a conèixer William Watson, *fellow* de la Royal Society. A partir d'aquell moment hi hagué qui féu encara un pas més: l'experimental. Em refereixo als cultius duts a terme pel baró Otto von Münchhausen.

En la seva ingenuïtat, aquell baró va lligar caps malament i es va fer un embolic, portat –és clar– per un estat general d'opinió que considerava els fongs afins a determinats animals, notablement infusoris i pòlips. Ara bé, les observacions de Münchhausen no haguessin convençut a qui van convèncer haurien esdevingut, de ben segur, de poca transcendència. Però fou al contrari. Tan bon punt Karl von Linné tingué coneixement dels disbarats que creia haver vist Münchhausen, introduí –com és sabut– un apartat nou en el seu sistema de classificació dels organismes. De manera que en la nova edició del *Systema Naturae* –la de 1767 o dotzena– ja hi figura, després dels cucs (*Vermes*), el *Chaos*, una mena de regne a part dels ani-

mals i els vegetals, en què classificava les floridures i els organismes –bolets– que es desenvolupaven per espores, (*Mucor, Boletus, Agaricus*...) reafirmant-se en l'actitud suspecte envers uns organismes que sempre havia considerat «*lladres miserables de les restes de les altres plantes*» i «*un oprobi per a l'art i un caos romanent* ...»

Tot plegat té també, al meu entendre, les seves implicacions didàctiques, atesa la notable singularitat de la biologia dels fongs. No estic segur que –en aquest domini– un ensenyament que hipertrofiï els clixés de la «unitat didàctica» i deixi de banda la pràctica elemental (i ben senzilla) dels medis i les tècniques bàsiques de cultiu pur, sigui el més adequat per a formar, de manera específica, els futurs mestres i, parlant en general, els nostres estudiants, futurs ciutadans.

A vegades s'oblida –sota la pressió del didactisme imperant en l'actualitat en el món educatiu no universitari– el més elemental; coses molt senzilles, com les cries i els cultius de laboratori. Començant, en aquest cas, per la llesca de pa humitejat que, per tal d'observar les condicions de creixement de les floridures, podem posar, a casa o a l'escola, en diferents condicions: de temperatura, d'humitat, d'il·luminació.

Un plantejament correcte d'aquesta experiència pot il·lustrar a bastament sobre la nutrició heteròtrofa dels fongs, tot fent entrar en crisi (que no sigui dit que no hi trobem alguna virtut en el pedagogisme de moda!) les inadequades concepcions prèvies pròpies de molts estudiants, els quals assimilen –fins i tot en la forma de nodrir-se– bolets i plantes.

Però per comprendre d'una manera autènticament similar la naturalesa del cicle biològic i la de la reproducció de les floridures (i dels fongs en general) cal donar un pas més, així mateix pràctic. Preparar-ne cultius purs. Fer-ho així permet entendre la rellevància de tres conceptes bàsics per a la comprensió del món dels microorganismes: *cultiu pur, medi de cultiu* i *esterilització*.

Amb unes simples càpsules de Petri que, si manca l'estufa de cultiu, poden incubar-se a redós d'alguna font de calor elemental i una olla a pressió –per esterilitzar medis i materials– n'hi ha prou.

Per cultivar les floridures més comunes (*Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*...), més que no pas l'agar ordinari, resulten més adequats –com a medis de cultiu– els de Czapec i els de patata-glucosa. Per preparar aquest darrer cal fer bullir 300 g de patates en 1 litre d'aigua (vigilant que no hi falti aigua!); després, ho filtrem, a través d'una tela, i afegim al líquid resultant glucosa (20 g), agar (15 g) i aigua fins a fer un volum d'1 litre. Bo i esterilitzat, el medi es posa a les plaques en calent.

El medi de Czapec, en canvi, és un medi sintètic que conté nitrat sòdic (2 g), clorur potàssic (0,5 g), sulfat de magnesi (0,5 g), sulfat ferrós (0,1 g), sulfat monopotàssic (0,35 g) i sacarosa (30 g), juntament amb agar-agar (15 g) i tot en 1 litre d'aigua destil·lada.

Tant en un medi com en un altre, el cultiu és ràpid i les observacions successives, amb la lupa binocular, al llarg dels dies, dels cultius preservats a l'interior de les càpsules de Petri permet *entendre què és un fong*: observar-ne les *hifes* i el creixement del *miceli*; i, després, l'aparició dels cossos reproductors o esporangis –carregats d'*espores*–, al capdamunt de les hifes més aèries.

Uns esporangis que donen el color verd propi de les espècies comunes de *Penicillium*, negrós en les de *Mucor*, ocraci en les d'*Aspergillus*... És d'aquesta manera tan senzilla que aconseguirem de no fer-nos un embolic i no lligar caps malament, a l'estil del baró de Münchhausen.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 99-110

LA CONCEPTUALITZACIÓ DEL CAMP ELECTROMAGNÈTIC. ESQUEMA-RESUM D'UNA RECONSTRUCCIÓ DIDÀCTICA DE LA HISTÒRIA (1820-1888)[1]

Manuel G. Doncel
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències (CEHIC). Universitat Autònoma de Barcelona

Paraules clau: *Electrostàtica i Magnetisme, Corrent elèctric, Oersted, Ampère, Electromagnetisme, Faraday, Maxwell, Camp electromagnètic, Hertz, Ones electromagnètiques.*

The Electromagnetic field conceptualization. Sketch-summary of a educational reconstruction of the History (1820-1888)

Summary: *We present the proposal of an instructional route, for students of secondary school and first universitary level, having the aim to work the electromagnetic field using its historical development as guiding thread.*
The historical path is very complete because it goes from the first electric and magnetic phenomena presentation and their theoretical interpretations, till the empiric-mathematical conceptualisation of electromagnetic field with Maxwell and Hertz, going through the experiments and explanations of Oersted and Faraday such fondamental for the electromagnatic field elaboration.

Key words: Electrostatics, Magnetism, Electric current, Oersted, Ampère, Electromagnetism, Faraday, Maxwell, Electromagnetic field, Hertz, Electromagnetic waves.

0. Antecedents[2]

0.1 Experiments de magnetoelectrostàtica (fins al segle XVIII)

Pedra imant, secció equatorial i meridional: atracció i repulsió de fragments. Iman-

[1] La meva opinió en general sobre «la història de les ciències com a eina didàctica i com a tema de batxillerat» es pot veure a DONCEL 1990 i 1992. És per això que en aquest simposi prefereixo aportar un intent concret del que allà proposava com a reconstrucció didàctica de la història, en un cas especialment dificultós i necessari.

[2] Sobre aquests antecedents, vegeu TATON (1973, vol. 3) i millor el clàssic HEILBRON (1979).

tació. Acció selectiva sobre el ferro (el níquel o el cobalt).

Fregament de lacre i vidre, atracció de pènduls de medul·la de saüc, de petits fragments de paper o qualsevol substància. Dificultat d'observar la repulsió electrostàtica: electroscopi. Màquina electrostàtica i ampolla de Leyden: guspires de descàrrega.

0.2 Conceptualització quantitativa (Coulomb 1775)

Pols magnètics i càrregues elèctriques, atraccions i repulsions entre ells. Llei quadràticoinversa, anàloga a la de gravitació (Newton 1687).

De l'electrostàtica coulombiana (i anàlogament de la magnetostàtica) es van elaborar dues concepcions contraposades. Una considera que cada càrrega elèctrica produeix al seu voltant una «atmosfera» o «esfera d'activitat», que actuarà atractivament o repulsivament sobre qualsevol altra càrrega que s'hi introdueixi. Newton tenia personalment una concepció similar de la força gravitacional.[3] Els newtonians, però, colpits per a senzillesa de la fórmula de Newton

$$FG = m\,m' / r^2, \tag{1}$$

i de l'anàloga de Coulomb

$$FE = e\,e' / r^2, \tag{2}$$

concebien aquestes forces com a «acció a distancia» instantània entre masses o càrregues.

0.3 Nova eina experimental que introdueix el corrent elèctric

Del Galvanisme animal a la pila i les bateries de flascons (Volta 1800). Corrent elèctric continu i els seus efectes: calor i llum (Oersted 1813).[4]

1. Conceptualització empíricofilosòfica del camp electromagnètic: Oersted i Faraday 1820-1852

Els nous fenòmens amb corrents estables relacionaran, com veurem, l'electricitat amb el magnetisme. André-Marie Ampère, però, des de la seva concepció newtoniana (§0.4) crearà l'electrodinàmica, reduint tot el magnetisme a electricitat (els imants no són més que corrents elèctrics circulars, dins de plans perpendiculars al seu eix), i buscant una expressió matemàtica que doni la força d'interacció entre elements de corrent (1820-1827), anàloga a la

[3] Vegeu, als preliminars del llibre dels *Principia*, les definicions 6, 7 i 8, i sobretot l'explicació que segueix.

[4] Vegeu DONCEL (1987), p. 63.

fórmula de Coulomb de la interacció entre càrregues, (2). Aquesta electrodinàmica serà brillantment elaborada per Wilhelm E. Weber, utilitzant un cert model per als corrents, als quals considera com a càrregues positives i negatives en moviment. La seva «llei bàsica general de les accions elèctriques» (1846) generalitza la de Coulomb, introduint dos termes correctius en què, a més de la distancia *r* entre les dues carregues, intervé la seva velocitat relativa *v*, i la seva acceleració relativa *a*, en relació amb la velocitat de la llum *c*:

$$F_{ED} = e\,e' / r^2 \; (1 - v^2/c^2 + 2ra/c^2). \qquad (3)$$

Aquesta llei ret compte de tots els fenòmens elèctrics i magnètics del seu temps, sense necessitar cap concepte de camp, entre les carregues en moviment.[5]

Veiem, doncs, el procés de pensament alternatiu, que va conceptualitzar el camp electromagnètic al llarg del segle XIX. Hi distingirem dues grans etapes. La primera, dins la primera meitat del segle en què es desenvolupava l'electrodinàmica, va introduir, a partir dels mateixos experiments històrics i de noves especulacions filosòfiques, la idea de «camp electromagnètic» com a domini espacial dotat de certes propietats estàtiques i dinàmiques, de moment tan sols qualitatives. La segona etapa geometritzarà aquestes propietats i formularà relacions precises entre elles, alguns efectes de les quals resultaran ser comprovats per nous experiments històrics.[6]

1.1 Propietats magnètiques dels corrents continus (Oersted 1820)[7]

Destaquem tres experiments històrics:

a) Experiment d'Oersted (juliol 1820): corrent de pila cap al nord i desviament de la brúixola col·locada a sobre i a sota.

b) Millorament d'Ampère (setembre 1820): agulla doble, «estàtica», i orientació perpendicular al corrent.

c) Perfeccionament de Faraday (setembre 1821): pol d'imant flotant en mercuri que gira contínuament al voltant del corrent (primer motor elèctric).

Considerem la diversitat d'especulacions filosòfiques que se'n fan:

a) Oersted al seus «Experimenta»: Els corrents son com un terbolí helicoidal magnètic, que s'estén al voltant del conductor.

b) Ampère: Acció a distancia entre el corrent voltaic i els de l'imant.

c) Faraday al seu «Diary»: Els corrents estan envoltats de cercles magnètics; quan el conductor es corba en espira, els cercles s'aproximen per l'interior de l'espira i se separen per l'exterior... Això s'assembla a un imant amb dos pols, però es més bàsic.

[5] Sobre Ampère i Weber, vegeu DONCEL (1987, 2 i 5). Una bona biografia d'Ampère és HOFMANN (1995).

[6] Sobre el conjunt d'aquest procés, vegeu TATON (1973, vol 3), BERKSON (1981), DONCEL (1997), i DONCEL (1996a).

[7] Vegeu DONCEL 1987, (pàgs. 60-71). Sobre Faraday i el seu Diari, vegeu MARTIN (1991, cap. 2).

1.2 Corrents induïts per variacions magnètiques (Faraday 1831)

Mencionem l'experiment previ i confós d'Ampère:

a) Ampère i Auguste de la Rive a Ginebra (setembre 1822) creuen veure un corrent constantment induït en un conductor per un corrent paral·lel. Així ho explica un llibre de l'escola amperiana enviat a Faraday pel propi Ampère.[8]

Considerem tres experiments clàssics de Faraday 1831:[9]

b) 29 d'agost: una mena de transformador amb nucli de ferro; en connectar i desconnectar el primari s'indueixen corrents al secundari, de sentits oposats.

c) 24 de setembre: triangle magnètic de dos imants i nucli de bobina; al tancar i obrir el triangle s'indueixen corrents de sentits oposats.

d) 17 d'octubre: gran bobina sense nucli i imant de barra; en introduir i extreure ràpidament un pol del imant per l'interior de la bobina, s'indueixen corrents en sentits oposats.

Distingirem dues etapes en les especulacions de Faraday. Les primeres de mentalitat «amperiana», amb acció a petita distancia:

(agost-novembre 1831):[10]

A. Es confirma la inducció d'un corrent per un altre corrent paral·lel. Aquest corrent, però, en contra del que indicaven els amperians, és tan sols temporal (en el moment de connectar el primari), i reapareix desprès en sentit oposat (en desconnectar-ho).

B. Això es podria explicar si suposem que, a més del mecanisme d'inducció dels amperians, el corrent primari difon al seu voltant un «estat electrotònic», que s'oposa dinàmicament (com un contramoll), atura el corrent induït quan comença, i produeix un contracorrent quan cessa.

C. L'analogia dels fenòmens d'inducció produïts per connexió de corrents i per aproximació d'imants, confirma la suposició d'Ampère que els imants estan constituïts de corrents, que difonen també «estat electrotònic».

D. Els experiments d'inducció per aproximació progressiva d'imants a bobines exigeixen augments successius de l'«estat electrotònic», de manera que tan sols quan aquest varia s'indueix corrent en el conductor.

E. L'«estat electrotònic» ha d'influir tots els cossos que siguin al voltant dels corrents voltaics i dels imants. Si s'indueixen corrents quan aquest estat varia tan sols en els conductors, és perquè tan sols en els conductors pot desenvolupar corrents la tensió elèctrica que s'hi produeix.

Faraday sospita del sentit del corrent induït, segons la concepció amperiana, i realitza experiments per controlar-ho (8 i 9 desembre):[11]

[8] Demondferrand 1823, enviat a Faraday el juliol de 1815; vegeu ROMO-DONCEL (1994, pàgs. 299-301).

[9] Faraday ERE, sèrie 1; per al Diari, MARTIN (1991, cap. 3); DONCEL (1987, p. 72).

[10] Vegeu ROMO-DONCEL (1994, 1.2), i DONCEL (1997, 2).

[11] Vegeu ROMO-DONCEL (1994, 1.3), i DONCEL (1997, 4).

e) Imantació d'agulles pel corrent primari, i pel secundari induït en connectar el primari. La polaritat d'ambdues imantacions coincideix.

f) Sentit del corrent induït en un conductor rectilini en aproximar-lo al vorell d'un pol d'un imant de barra axialment i transversalment. El sentit és oposat en ambdós casos.

Ulteriors especulacions «antiamperianes» (a partir del 8 de desembre):[12]

F. Contra la concepció dels amperians sobre la inducció, completada amb el seu «estat electrotònic», el corrent induït no és paral·lel sinó antiparal·lel en connectar el primari, i paral·lel en desconnectar-lo.

G. No és possible fixar el sentit del corrent induït en un conductor en acostar-se a un imant pel criteri dels amperians. S'ha d'atendre a la manera com el conductor talla les «corbes magnètiques» que surten dels pols de l'imant.

H. Aquestes «corbes magnètiques» coincideixen amb els cercles magnètics que envolten els corrents. En connectar el primari aquests cercles surten transversalment de l'interior del conductor i s'eixamplen fins a tallar el secundari, i en desconnectar-lo es repleguen sobre el conductor primari, retallant el secundari en sentit oposat. D'aquesta manera, tots els fenòmens d'inducció de corrents poden explicar-se, àdhuc causalment, pel fet que el conductor talli les corbes magnètiques que omplen l'espai. Aquestes corbes magnètiques es transformaran en clares «línies de força magnètica» amb les especulacions arran del seu descobriment del diamagnetisme i del gir magnètic de la polarització lluminosa.

I. L'«estat electrotònic» resulta, doncs, innecessari per explicar els fenòmens; Faraday, però, com a filòsof no pot dubtar de la seva existència. Ulteriors especulacions sobre l'autoinducció de corrents (1834), la repulsió de les «línies de força elèctrica» als dielèctrics (1838), i el gir de la polarització lluminosa als diamagnètics (1845), li confirmarà aquesta existència.[13]

1.3 Camp electromagnètic amb propietats estàtiques i dinàmiques (Faraday 1852)[14]

Com a testament de la seva carrera experimental i especulativa, Faraday ens deixa un article, «Sobre el caràcter físic de les línies de força magnètiques» que, com diu ell mateix, «conté moltes coses de naturalesa especulativa i hipotètica». Les línies magnètiques s'hi presenten com a reals i dinàmiques, en analogia als corrents elèctrics. I com que aquests són causats (en els conductors i en les descàrregues de guspires a través de dielèctrics) per tensions electrostàtiques, al seu «estat electrotònic» li correspondrà el paper anàleg de fondament estàtic del dinamisme magnètic. Ens deixa, doncs, com a herència dues propietats magnètiques, «estat electrotònic» i «línies de força magnètiques», anàlogues a les dues elèctriques, «tensió electrostàtica» i «corrent elèctric».

[12] DONCEL (1997, 4 i 5).

[13] Vegeu DONCEL (1991b, 2.2 a 2.4).

[14] *Ibidem*, 2.5.

2. Conceptualització matemàtico-empírica del camp electromagnètic: Maxwell i Hertz 1855-1888

Maxwell serà 'encarregat de geometritzar com a vectors aquestes propietats, que de moment no eren més que conceptes qualitatius. Ens trobem, però, en una època en què encara no està articulat l'anàlisi vectorial, mentre que sí que ho estava el càlcul de quaternions. Maxwell, amb el seu *Treatise* (1873), serà un dels més eficaços transformadors del quaternió en escalar i vector.[15] En la nostra reconstrucció didàctica bastaria utilitzar, al seu propi estil, una idea intuïtiva de rotacional i divergència.[16] Hem de saber també, com ho sabia molt bé Maxwell,[17] que l'integral de la circulació d'una magnitud vectorial al llarg d'una corba tancada arbitrària L, és igual al flux del rotacional B de la magnitud a través d'un fragment de superfície S, limitat per L:

$$\text{rot } A = B \; ; \quad ¤ \quad \int_S B.ds = \S_L A.dl \tag{4}$$

Això es pot visualitzar, a partir de la intuïció maxwelliana de rotacional.

2.1 Camp electromagnètic amb propietats vectorials relacionades (Maxwell 1856)

Maxwell, en les seves primeres especulacions matemàtiques sobre el camp electromagnètic, es veu obligat a modificar l'herència del seu mestre Faraday. Considera les seves quatre propietats com a vectors. Prescindeix, però, dels nexes de causalitat i dels caràcters estàtic o dinàmic i, inspirat en el mateix Faraday, distingeix dos tipus de propietats vectorials: intensitats i quantitats.[18] Considera que l'«estat electrotònic» (el futur vector A, o «potencial vector») és una intensitat, i que no és ni purament magnètica ni purament elèctrica, sinó prèvia a ambdues coses. A nivell elèctric s'en troba una intensitat, «la força electromotriu en un punt» (el futur vector E), i una quantitat, «la densitat de corrent» (futur J), que li és proporcional amb la constant de proporcionalitat k, «la conductivitat elèctrica» del medi. A nivell magnètic, però, hi ha tan sols les «línies de força magnètica», concebudes com a corrents. Ha d'introduir, doncs, una nova intensitat magnètica, «la força magnètica» (futur H), a la qual ha de ser proporcional la quantitat «inducció magnètica» (futur B), amb la constant de proporcionalitat μ, «la permeabilitat magnètica» del medi.[19]

[15] Vegeu DONCEL (1984, 3.1).

[16] Maxwell, *Treatise*, pàgs. 30-31.

[17] En diem «teorema de Stokes» perquè aquest professor va posar com a problema demostrar-ho en la Smith's Price Examination de 1854, en què Maxwell va participar amb èxit. El formalisme del moment tractava aquests vectors per les seves components cartesianes.

[18] Faraday havia parlat d'«intensitat i quantitat» d'un corrent, que és el que avui, amb menys claredat, anomenem «tensió i intensitat» del corrent.

[19] Es podria dir que Faraday, el pare del camp magnètic, s'en va oblidar en el seu testament!

Maxwell introdueix aquests cinc vectors en una segona conferència a la Royal Society (11 de febrer de 1856), que serà publicada a finals del mateix any com a segona part, «Sobre l'estat electrotònic», del seu primer article sobre electromagnetisme, «Sobre les línies de força de Faraday». Classifica els cinc vectors d'aquesta manera:[20]

	Intensitats	Quantitats
Electrotònic	A	
Magnètics	H	B
Elèctrics	E	J

I estableix les relacions matemàtiques que els lliguen entre si, i retran compte dels experiments i especulacions de Faraday. Podem transcriure aquestes relacions de la manera següent[21]:

$$\S_L \, A.dl = \int_S B.ds \qquad B = \mu H \tag{5, 6}$$

$$\S_L \, H.dl = \int_S J.ds \qquad J = kE \tag{7, 8}$$

$$E = -\hat{A} \tag{9}$$ [22]

L'experiment d'Oersted, origen de l'electrodinàmica d'Ampère, i de les primeres especulacions de Faraday sobre els cercles magnètics, ve ara quantitativament expressat per l'equació (7). Corrents de densitat J produeixen al seu voltant forces magnètiques H. La intensitat d'aquestes forces és tal que la seva circulació, o integral de H al llarg d'una corba tancada L qualsevol que encercli els corrents, és igual al flux de corrent, o integral de J a través d'una superfície S limitada per L.

Els experiments d'inducció de corrents, origen de les especulacions de Faraday sobre l'estat electrotònic, venen ara quantitativament expressats per l'equació (5), completada per les equacions (9) i (8). La formulació definitiva de Faraday, que en un conductor s'indueix un corrent sempre que talli corbes magnètiques, es va formular d'una manera més fenomenològica considerant un circuit tancat (diguem una espira) i afirmant que en ell s'indueix un corrent quan varia el nombre de corbes magnètiques que passen pel seu interior, o cosa que és més precisa, quan varia en el seu interior el flux magnètic. L'equació (5) ens dona per a qualsevol circuit tancat L la circulació de l'estat electrotònic Â en funció del flux

[20] Sobre el detall de la geometrització de l'estat electròtonic, vegeu DONCEL-LORENZO (1996). Veureu com introdueix aquesta classificació, utilitzant per a les components dels vectors lletres gregues i llatines, amb subíndex 0, 1, 2.

[21] Vegeu DONCEL (1987, pàgs. 84-85), i en DONCEL (1991b, 3) traduccions didàcticament simplificades, que fan referència a les fonts.

[22] Pròpiament, Maxwell escriu aquesta fórmula sense el signe negatiu que descobrirà més tard. No sembla important, però, subratllar aquest tema en la nostra reconstrucció didàctica.

d'inducció magnètica B que passa pel seu interior S. Si el flux de B varia en el temps, la seva variació fixarà la derivada temporal de l'estat electrotònic Â, que segons l'equació (9) fixa la força electromotriu en cada punt del conductor E. Segons l'equació (8) aquesta força fixarà, en funció de la conductivitat del conductor, la densitat del corrent induït en cada punt del conductor J.

Utilitzant el teorema de Stokes, l'equació (4), Maxwell expressava les equacions (7) i (5) en la forma equivalent:

$$\text{rot } H = J \qquad (7')$$
$$\text{rot } A = B \qquad (5')$$

De l'equació (5') es pot eliminar l'estat electrotònic; derivant respecte del temps i utilitzant l'equació (9) resulta:

$$\text{rot } E = -B \qquad (5'')$$

Maxwell, però, preferia no fer-ho.[23] Amb una al·lusió aproximada a la història que coneixem, l'equació (5') s'anomena avui de Maxwell-Faraday, i la (7') és una versió inicial incompleta de la que avui es diu de Maxwell-Ampère. Haurà de ser completada, per incloure fenòmens més fins d'interacció entre magnetisme i electricitat en absència de corrents de conducció J.

2.2 Camp electromagnètic amb propagació d'ones com les de llum (Maxwell 1862-1873)

L'estiu del 1861 Maxwell va tenir una intuïció genial, que introdueix el concepte de desplaçament elèctric, i arribà a donar fonament a la idea que les ones lluminoses constitueixen un fenomen electromagnètic. Aquest episodi, però, per central que sigui en el procés històric de conceptualització del camp electromagnètic, és molt difícil de reconstruir didàcticament. I això per tres raons: perquè la seva intuïció i la seva formulació estan dins d'un model d'èter electromagnètic complex i de complexitat creixent, perquè tan sols arriba a fonamentar que aquest èter gaudeix necessàriament de la bona relació entre densitat i mòdul de rigidesa per permetre ones elàstiques transversals amb la velocitat de la llum, i perquè les fórmules electromagnètiques que obté d'aquest model mecànic resulten amb signe oposat i conceptualització poc didàctica.[24]

La nostra reconstrucció didàctica hauria d'inspirar-se, doncs, en la tercera gran publicació de Maxwell «Una teoria dinàmica del camp electromagnètic» de 1865, o en el seu

[23] Sobre aquest tema, vegeu DONCEL-LORENZO (1996).

[24] Em refereixo al model de «vòrtexs magnètics i boletes elèctriques» que Maxwell desenvolupà en el segon dels seus articles «Sobre les línies de força físiques». Les seves intuïcions de l'estiu de 1861 estan elaborades en les parts III i IV de l'article, publicades el 1862, en les quals aquests «vòrtexs» es tornen rotacionals elàstics. Per a una reconstrucció de les primitives intuïcions de l'estiu de 1861, vegeu DONCEL-PLA (1999, 1-5).

Tractat d'electricitat i magnetisme de 1873, en els quals dedueix ones com les lluminoses a partir de les equacions del camp electromagnètic.[25] Tal deducció, però, requereix inevitablement manipular l'equació diferencial de segon ordre, característica de la propagació d'ones planes. A un nivell més intuïtiu, i inspirant-se en la «Nota sobre la teoria electromagnètica de la llum», que Maxwell publicà el 1868, sens dubte amb el propòsit de fer accessibles els conceptes més bàsics del problema, la nostra reconstrucció didàctica es podria presentar com segueix.

Des de la intuïció genial de 1861 Maxwell copsa la necessitat d'introduir en la seva conceptualització del camp electromagnètic un sisè vector D, el «desplaçament elèctric». Copsat com a desplaçament elàstic dels medis dielèctrics, D serà proporcional a la força electromotriu E que actua sobre ells,

$$D = \varepsilon E, \tag{10}$$

i la constant de proporcionalitat ε, que en la imatge elàstica correspondria al mòdul d'elasticitat, correspon elèctricament a una constant característica del medi dielèctric, que Faraday havia estudiat i avui anomenem «constant dielèctrica». L'interès de la intuïció rau en veure que la variació temporal D del desplaçament elèctric és una mena de corrent per al dielèctric, que s'ha d'addicionar al corrent de conducció J, per completar així l'equació de Maxwell-Ampère:

$$\text{rot } H = D + J, \tag{7''}$$

Per fi, el desplaçament elèctric concentra la càrrega elèctrica, el qual es formula

$$\text{div } D = p \tag{11}$$

on *r* és la densitat de càrrega elèctrica en cada punt de l'espai. Com que per al magnetisme no hi ha monopols lliures, l'equació anàloga serà

$$\text{div } B = 0 \tag{11}$$

A partir d'aquestes «equacions de Maxwell» és fàcil veure que en un dielèctric lliure de càrregues i corrents ($r = 0$, $J = 0$), poden formar-se ones electromagnètiques. En aquest cas, les equacions (5'') i (7'') poden escriure's, tenint en compte les (6) i (10):

$$\text{rot } E = -\mu H, \tag{5''}$$
$$\text{rot } H = \varepsilon E \tag{7''}$$

Gràficament és fàcil veure, amb la idea intuïtiva maxwelliana de rotacional, que en un raig electromagnètic com el que dibuixa Maxwell en el *Treatise*, la variació espacial d'E defineix en el pla ortogonal un rotacional com és la variació temporal d'H, i viceversa. S'in-

[25] Vegeu la reconstrucció didàctica senzilla en DONCEL (1987, 4.3).

tueix també que el producte de la constant dielèctrica i la permeabilitat magnètica del medi defineix la velocitat de propagació, que té l'expressió $(\varepsilon\mu)^{-1/2}$, coincideix amb la velocitat de la llum mesurada òpticament, i pot calcular-se electromagnèticament a partir de la seva expressió (per al buit coincideix amb la relació d'unitats electrostàtiques i electromagnètiques, mesurada per Weber abans de 1861).

Una altra conclusió conceptualment important és que aquesta constant dielèctrica ε intervé en les accions electrostàtiques, de manera que l'equació de Coulomb (2) no és exacta.[26]

2.3 Producció i detecció d'ones electromagnètiques (Hertz 1888)

Heinrich Hertz va fer els anys 1887-1888 un seguit d'experiments que comprovaren l'existència del que avui anomenem «ones hertzianes», ones electromagnètiques en l'aire (o, cosa que per elles és el mateix, en l'espai buit). Això no vol dir que Hertz busqués aquestes ones. Més aviat, procedent de la concepció electromagnètica del seu mestre Hermann von Helmholtz, intentava respondre a qüestions concretes d'aquesta concepció, i és en aquest intent que es va trobar amb les ones hertzianes.[27]

Les seves recerques en Karlsruhe comencen amb la posada en marxa del que avui anomenem un «oscil·lador de Hertz», és a dir, un conductor rectilini amb una interrupció reguladora en el centre (el «guspirer») en el qual oscil·len corrents elèctrics d'altíssima freqüència, de centenars de «megahertz» (milions d'oscil·lacions per segon). Amb elles aconsegueix produir i estudiar corrents induïts en un circuit secundari, el «ressonador», col·locat àdhuc a alguns metres de distància de l'oscil·lador. En la seva concepció d'aleshores, això es produïa per acció a distància instantània. I així apareix publicat el 1887.[28]

Amb aquests instruments Hertz enceta una carrera de descobriments que al llarg de l'any 1887 el porten a la conceptualització de les «ones inductives», per un procés que des de fa poc coneixem amb tot detall.[29] El seu primer pas va ser comprovar que també en materials dielèctrics es poden produir corrents d'alta freqüència amb «propietats electrodinàmiques» (el que els maxwellians anomenarien «corrents de desplaçament»). Després de comprovar la formació en fils d'aram d'ones estacionàries, en un segon pas va arribar a comprovar, comparant la transmissió per fils d'aram i per l'aire, la velocitat finita de transmissió de l'acció inductora.

Finalment, en un tercer pas va comprovar que aquesta transmissió es fa mitjançant ones, amb les quals es capaç de formar i detectar ones estacionàries en l'aire. Aquesta detec-

[26] És una reflexió que Faraday havia elaborat als anys 30, i Maxwell s'afanya a comunicar-li per carta el 1861, setmanes després de la seva intuïció. Vegeu DONCEL-PLA (1999, 3).

[27] Per la relació entre Helmoltz i Hertz, vegeu DONCEL (1987, 5 i 6). Per a una ràpida presentació biogràfica de Hertz, DONCEL (1994).

[28] Vegeu una traducció castellana d'aquesta publicació a DONCEL-ROQUÉ, text 1.

[29] Vegeu DONCEL (1991a), HERTZ-DONCEL (1995), i DONCEL (1998).

ció, realitzada amb ones de deu metres de llargada en el seu auditori durant les vacances de Pasqua del 1888, constitueix una experiència èpica en la història de la física.[30]

Càlculs teòrics, basats en les equacions de Maxwell, confirmen (i àdhuc corregeixen) els seus experiments.[31] Cap al final del 1888 construeix oscil·ladors de més alta freqüència, que produeixen ones de metre, dirigides en forma de raigs, i amb un ressonador adequat retroba en aquests raigs electromagnètics totes les propietats dels raigs de llum.[32] Repetit l'experiment en nombrosos laboratoris, queda comprovat que la llum és un fenomen electromagnètic.

Bibliografia

BERKSON, William (1981), *Las teorías de los campos de fuerza*, Madrid, Alianza.
DONCEL, Manuel G. (1984), «Orígens físics de l'anàlisi vectorial». A: CASTELLET, M. (ed.): *El desenvolupament de les matemàtiques al segle XIX*, Arxius de la Secció de Ciències, LXXV, IEC, Barcelona, pàgs. 137-180.
(1987), «El campo electromagnético». A: *Historia de la física en el siglo XIX*, Madrid, Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales.
(1990), «Utilidades didácticas de la herramienta histórica». A: CODINA, R. i LLOBERA, R. (eds.) (1988), *Història, Ciència i Ensenyament* (Actas del III Simposium d'Història de les Ciències i de les Tècniques, SEHCT i UB) Barcelona, pàgs. 309-313.
(1991a), «On the Process of Hertz's Conversion to Hertzian Waves», *Archive for History of Exact Sciences*, 41 (1991), pàgs. 1-27.
(1991b), «En el bicentenario de Michael Faraday: Sus especulaciones sobre el «estado electrotónico», origen de nuestra teoría clásica de campos», *Revista Española de Física*, 5, n. 4, 44-57.
(1992), «La Historia de las Ciencias como herramienta didáctica y como tema de bachillerato». A: A. ROCA (ed.), *Història i Filosofia de la Ciència i de la Tècnica a l'ensenyament secundari*, Casal del Mestre, Santa Coloma de Gramenet, pàgs. 263-272.
(1994), «Heinrich Hertz, sin pretenderlo, descubrió en 1887 las ondas hercianas...», *Investigación y Ciencia*, núm. 208 (enero 1994), pàgs. 72-79.
(1995), «A la lueur d'une étincelle», *Les Cahiers de Science et Vie*, 30 (Décembre 1995, «Heinrich Hertz»), pàgs. 45-66.
(1996a), «The Concept of Field as Germ of Modern Physics». A: D. HOFFMANN; F. BEVILACQUA; R. H. STUEWER (eds.), *The Emergence of Modern Physics* (Proceedings of a Conference... Berlin 1995), Collana di Storia della Scienza, Università degli Studi di Pavia, pàgs. 45-59.

[30] Vegeu la seva publicació en DONCEL-ROQUÉ, text 2, i una reconstrucció imaginativa en DONCEL (1995).

[31] Vegeu la seva publicació en DONCEL-ROQUÉ, text 3.

[32] Vegeu la seva publicació a DONCEL-ROQUÉ, text 4.

(1996b), «El campo electromagnético: de Faraday a las ondas hercianas». A: *De la ciencia triunfante a la pérdida de la certidumbre (1700-1900),* Seminario «Orotava», Actas Año III 1997.
(1997), «Reconsidering Faraday: The process of conversion to his magnetic curves». A: J. Z. BUCHWALD, «Aspects of Mid to Late 19th Century Electromagnetics», *Physis 33* (1993) fasc. 1-3.
(1998), «On Herz's Conceptual Conversion: from Wire Waves to Air Waves». A: D. BAIRD *et al.* (eds.), *Heinrich Herz: Classical Physicist, Modern Philosopher*, Kluwer Academic Publishers, Boston 1998, pàgs. 73-87.
DONCEL, Manuel G. & DE LORENZO, José Antonio (1996), «The electrotonic state, a metaphysical device for Maxwell too?», *European Journal of Physics, 17* (1996), pàgs. 6-10.
DONCEL, Manuel G. & PLA, Joaquim (1999), «Maxwell's intuition of electric displacement and his conversion to the electromagnetic theory of light». (en premsa).
DONCEL, Manuel G. & ROQUÉ, Xavier (1990), *Heinrich Hertz, las ondas electromagnéticas* (Col·lecció CC2, Seminari d'Història de les Ciències), Publicacions UAB i Edicions UPC, Bellaterra.
FARADAY, Michael (1839-1855), *Experimental Researches in Electricity*, 3 vols., Taylor and Francis, London.
HEILBRON, John L. (1979), *Electricity in the 17th and 18th Centuries: A Study in Early Modern Physics*, University of California Press, Berkeley.
HERTZ, Heinrich, Memoirs M. HERTZ & C. SUSSKIND (eds.) (1977), *Erinnerungen, Briefe, Tagebücher (Memoirs, Letters, Diaries),* San Francisco Press & Physik Verlag, Weinheim/San Francisco.
HERTZ, H. G. & DONCEL, Manuel G.(1995), «Heinrich Hertz's Laboratory Notes of 1887», *Archive for the History of Exact Sciences 49*, pàgs. 197-270.
HOFMANN, James R. (1996), *André-Marie Ampère: Enlightenment and Electrodynamics*, Cambridge University Press.
MARTIN, Thomas (1991), *Faraday i el descobriment de la inducció electromagnètica*, Vic (Barcelona), EUMO.
MAXWELL, James CLERK, *Treatise 1873* (1965), *A Treatise on Electricity and Magnetism*, New York: Dover.
ROMO, José; DONCEL, Manuel G. (1994), «Faraday's Initial Mistake Concerning the Direction of Induced Currents, and the Manuscript of Series I of his Researches», *Archive for History of Exact Sciences, 47*, pàgs. 291-386.
TATON, René (1973), *Historia General de las Ciencias*, vol. 2 (1972) i 3 (1973), Barcelona, Destino.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 111-114

EL POTENCIAL EDUCATIU DE LA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA. EL CAS DE LA REVOLUCIÓ QUÍMICA

Pere Grapí i Vilumara
CEHIC. Universitat Autònoma de Barcelona

Tot i que la història de la ciència i l'ensenyament de les ciències són disciplines ben diferents en els seus objectius, les fronteres dels seus territoris poden presentar punts de trobada en què es plantegin problemes derivats de la seva cohabitació. Després de la Primera Guerra Mundial la història de la ciència va començar a fer camí cap al seu reconeixement com a disciplina acadèmica. Aquest va ser un procés que va anar acompanyat, paral·lelament, del debat sobre la conveniència del seu ensenyament. El fet que en aquesta dissertació no es planteja una reflexió sobre el perquè de la història de la ciència en l'ensenyament de les ciències, ni sobre el com ni el quan d'allò que caldria ensenyar d'aquesta història, però no treu que recordem algunes bones raons que en justifiquen l'ensenyament. La història de la ciència permet *humanitzar* les ciències en proporcionar un context i una socialització de l'activitat científica i, a la vegada, facilitar l'aflorament de la diversitat de la metodologia científica tot mostrant les diferents aproximacions metodològiques de cada disciplina. La història de la ciència proporciona situacions de debat que fan palesa l'existència de controvèrsies en la ciència i reflecteixen l'impacte cultural de les pràctiques cientificotecnològiques. Finalment, la història de la ciència deixa testimoni de les estratègies emprades pels científics a l'hora d'argumentar sobre la importància de la seva activitat. El propòsit d'aquesta dissertació és mostrar el potencial educatiu que poden tenir alguns aspectes d'un determinat episodi de la història de la ciència. Es tracta, per tant, d'una reflexió des de la història de la ciència per avaluar el potencial didàctic de determinats ítems històrics, tot prenent com a referència alguns dels objectius perceptius en els currículums dels ensenyaments secundaris. Des d'aquest posicionament hauria de ser possible valorar, també, la idoneïtat didàctica d'un determinat esdeveniment històric en àmbits educatius diferents del cientificotecnològic, com és el de les humanitats.

L'estat actual dels estudis històrics sobre la revolució química permet fer una valoració del potencial educatiu d'aquest episodi de la història de la ciència en relació als objectius dels ensenyaments secundaris. Tot i que la teoria de l'oxigen –sobre la combustió i la calcinació dels metalls– és l'aspecte que millor atorga el caràcter revolucionari a l'empresa de Lavoisier, existeixen altres perspectives de la revolució química sense les quals aquesta restaria del tot incompleta i que també mereixen una valoració didàctica. La revolució química també va suposar la construcció de teories sobre l'estat gasós, la composició de les substàncies, el canvi químic, la respiració i la fermentació. Al mateix temps que s'elaborava el nou cos teòric de la química, aquest articulava una nova nomenclatura i es projectava com una ciència quantitativa tot desenvolupant una instrumentació adient.

El carisma *revolucionari* de la teoria de l'oxigen –com a nucli teòric que desbancaria la teoria del flogist a finals del segle XVIII– conjuntament amb la caracterització de l'estat gasós, són dos aspectes de la revolució química que han estat, sovint aprofitats des de l'ensenyament de la química. Aquests aspectes tenen l'avantatge de permetre una còmoda incorporació de continguts, com la concepció d'element químic proposada per Lavoisier o la teoria sobre la composició de les substàncies[1]. Una de les objeccions amb què topa l'ús de perspectives històriques en l'ensenyament de les ciències és la de proporcionar una visió deformada del procés històric. Això és així, bàsicament, perquè no es disposa de temps suficient com per, primer, elaborar una veritable rèplica del debat científic entorn a un determinat esdeveniment i, segon, facilitar una informació suficient sobre el context social en què aquell es desenvolupa. Els elements històrics apareixen com una reconstrucció racional del debat científic orientada envers objectius didàctics concrets assumint, d'entrada, que no tots els elements històrics tenen el mateix valor pedagògic[2]. Irremeiablement, a l'hora d'intentar la incorporació de la història de la ciència a l'ensenyament de les ciències, s'ha de partir del convenciment que la simplificació i la selectivitat són condicionants indefugibles. No obstant això, aquestes limitacions no poden dur a l'extrem de pensar que «tot val» si d'allò que es tracta és aconseguir, abans de res, que els estudiants assoleixin uns determinats continguts científics. Una possibilitat d'alleujar aquestes limitacions podria consistir a escollir episodis de la història de la ciència amb un elevat grau de coextensivitat amb el seu context social. És a dir, episodis en els quals la informació sobre el context no s'hagués de proporcionar com a un suplement a la informació científica, sinó que ambdues informacions resultessin del tot complementàries. D'alguna manera, es tractaria de construir un relat en què la innovació científica i el context social actuessin com a veritables coprotagonistes.

Algunes de les demandes curriculars dels nostre ensenyament secundari que incideixen en l'àmbit de la història de la ciència passen per aconseguir un coneixement genèric del desenvolupament cientificotecnològic, tot valorant la seva implicació social i les respostes proporcionades als problemes plantejats. Si tenim en compte que la revolució química va ser contemporània de la revolució politicosocial que va experimentar França a finals del segle XVIII, aleshores, la mobilització dels homes de ciència que va tenir lloc a França per atendre les necessitats d'una nació en estat de conflicte bèl·lic generalitzat, pot aparèixer com un esdeveniment amb un potencial valor educatiu que va més enllà de l'ensenyament estricte de les ciències.

A partir del 1792, França va esdevenir una nació en estat de guerra. En aquesta situació, el govern de la nació havia d'atendre tant les necessitats dels exèrcits com les de la població. Feia falta salpetre per fabricar pólvora. França estava mal abastida d'aquesta sal des de la seva derrota en la Guerra dels Set Anys (1756-1763) en perdre la seva influència sobre

[1] Un exemple concret d'aplicació a l'aula d'aquests aspectes és la proposta de Peter ELLIS (1987) «Chemistry in a Historical Context», Material mecanografiat no publicat. Un estudi pioner sobre la incorporació de la història de la química a l'ensenyament secundari és HADEN, J. D. (1977) *The Use and Uselfiness of Material of an Historical Nature in the Teaching of Elementary Chemistry*, tesi no publicada, Universitat de York.

[2] PUMFREY, Stephen (1989), «Using History of Science in Science Teaching». A: Michael SHORTLAND, Andrew WARWICK (eds) *Teaching the History of Science* pàgs. 142-155, BSHS, Basil Blackwell, Oxford.

l'Índia, el seu principal proveïdor de salpetre. A més, aquesta sal havia de refinar-se abans d'entrar en la composició de la pólvora, i per dur a terme el seu refinament era imprescindible disposar de potassa. Però, en aquells moments, França també era deficitària en potassa a causa del deteriorament de les seves relacions amb Espanya, el seu principal subministrador. El coure, utilitzat per fer canons i monedes, s'havia convertit en un metall escàs i molt buscat a França. El bloqueig que patia el país impedia la importació de coure des de països productors (Anglaterra, Rússia o Suècia) que eren, a la vegada, enemics de França. En aquest cas, el problema era encara més greu ja que les fargues franceses ignoraven els procediments per produir l'acer necessari per als canons. Cada soldat de l'exèrcit tenia dret a un parell de botes. Aquest dret es convertia en una veritable necessitat amb l'arribada de l'hivern en els diferents fronts militars. Sense oblidar, en aquest aspecte, que també calia calçar la població. L'adobament de la pell de vaca per convertir-la en cuir era un procés que durava prop de dos anys, un temps que la Revolució no es podia permetre.

Aquest són alguns dels aspectes que configuraven l'escenari d'emergència nacional que vivia França des del 1792. L'estiu de l'any següent, el totpoderós *Comité de Salut Publique* es va veure forçat a proclamar la famosa *lévée en masse*, decretant tots els recursos de la nació com a objecte de requisa. França es va transformar en un vast taller per poder fer front a les necessitats d'una nació en estat de guerra. La rellevància i el grau d'implicació dels homes de ciència en aquest procés va ser més que notable. Berthollet i Monge es van responsabilitzar de l'optimització dels processos de concentració i purificació del salpetre que la població recollia en els llocs més inversemblants[3]. Aquests mateixos personatges, conjuntament amb Vandermonde, van redactar l'opuscle *Avis aux ouvriers du fer* (1793) on s'explicitava amb detall l'art de la fabricació de l'acer. El mateix Berthollet, amb la col·laboració de Fourcroy i Séguin, va innovar un procediment que reduïa el temps d'adobament del cuir a dues setmanes (!). Finalment, centenars de campanes van baixar dels campanars d'esglésies i catedrals en direcció a les fundicions de la República per aprofitar-ne el coure necessari pels canons. Les campanes estaven fetes, però, d'un aliatge de coure i estany[4] que hauria convertit els canons en una arma fràgil. Fourcroy va posar a punt un procediment per separar ambdós metalls i així poder donar una sortida profitosa al coure de les campanes[5].

Seria exhaustiu entrar ara en el detall dels continguts científics associats a aquests esdeveniments històrics. No obstant això, una primera prospecció de la situació permet apuntar algunes possibilitats: la descomposició recíproca de sals, la saturació de dissolucions, la fabricació de l'acer, la contaminació ambiental de l'activitat química, l'extracció de matèries primeres a partir dels recursos naturals, procediments manipulatius de laboratori, la interpretació del canvi químic, la reactivitat dels metalls, etc. Allò que és important considerar en aquest tema de l'actuació dels homes de ciència a França a finals del segle XVIII és el seu potencial educatiu. És un tema que permet elaborar activitats en què l'íntima relació entre el procés històric i el contingut científic podria facilitar un aprenentatge de continguts de cièn-

[3] Lavoisier ja havia posat a punt aquests processos el 1776.

[4] Contenien, també, zinc i antimoni en menor proporció.

[5] FOURCROY, A. F. (1791) *Annales de Chimie*, núm. 9, pàg. 305.

cies aprofitant el context històric en què van demostrar la seva utilitat social. D'altra banda, una adequada coordinació entre les àrees de ciències de la naturalesa i de ciències socials, facilitaria el disseny d'activitats enfocades a un aprenentatge de continguts d'humanitats relacionats amb el corresponent període històric, tot aprofitant els seus lligams amb l'activitat científica que va generar.

En última instància, però, serà el professor d'una determinada matèria qui tindrà a les seves mans la decisió d'actualitzar la història de la ciència a l'aula. El fet que aquesta decisió sigui positiva, l'extensió amb què es faci i com i quan s'executi són factors que estan molt condicionats pel tipus de formació que el professor tingui sobre la història de la disciplina que ensenya. Aquesta és una qüestió, però, que implica contemplar un altre vessant de la situació; el de l'ensenyament de la història de la ciència en l'àmbit universitari.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 115-124

RELACIONS ENTRE LA HISTÒRIA I LA DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES

M. Izquierdo i Aymerich
Departament de Didàctica de les Ciències. Centre d'Estudis d'Història de les Ciències

Resum: *En aquesta ponència reflexionem sobre les aportacions de la història de les ciències (HC) a la fonamentació teòrica de la Didàctica de les Ciències (DC), a l'ensenyament de les ciències i a la formació del professorat. Respecte els aspectes teòrics de la didàctica, les aportacions més innovadores són les que es refereixen als aspectes retòrics i axiològics de les ciències. Pel que fa als recursos, la història de les ciències els aporta sobretot per mostrar què són les ciències i per desenvolupar els nous currículums de ciència, tècnica i societat.*

Paraules clau: *filogènia, didàctica de les ciències.*

Contributions of the History of Science to the Didactics of Science.

Summary: *In this paper we reflect on the contributions of the History of Science to the theoretical Didactics of Science, to science education and to teacher training. With regard to the theoretical aspects of teaching, the most innovating are the rethorical and axiological aspects of sciences. As to the resources, history of science gives, above all, a view of what science is and helps us to develop new science, technology and society (STS) curricula.*

Key word: philogeny, science education.

1. Introducció

La història ha servit als professors de ciències per presentar els seus herois i els seus antiherois: en moments de canvi hi ha hagut distanciament de les pràctiques i teories anteriors, en moments de crisi s'ha somniat amb una innovació que «posi ordre», en moments d'eufòria s'ha mostrat com es progressa gràcies als líders que han superat suposats errors del temps anteriors. Però a mesura que ha anat augmentant el prestigi de les ciències i aquestes han arribat a ser, en els temps actuals, inqüestionables, ja no ha calgut cap altre suport per destacar-ne l'interès i l'oportunitat.

Però en aquest temps de silenci, la HC s'ha consolidat com a disciplina independent i el mateix passa ara amb la DC. Tant la història com la didàctica s'han fet complexes i relacionar-les esdevé més difícil, però també més seriós. En el moment actual la història de la

ciència es fa present de nou en els textos i projectes per a l'ensenyament de les ciències. Les aules han esdevingut problemàtiques i l'ensenyament de les ciències busca el suport, de nou, de la història, perquè ofereix l'oportunitat de mostrar les ciències com activitat humana vinculada als valors socials i individuals i, genèricament, a la cultura.

Ara veiem molt clar que la ciència actual no ve predeterminada per la seva història, ni tampoc predetermina la seva didàctica. Totes tres disciplines (ciències, història de les ciències, didàctica de les ciències) tenen els seus propis àmbits de treball i de recerca, tot i que, certament, estan relacionades d'alguna manera. En què consisteix exactament aquesta relació i com podem utilitzar-la per ensenyar millor? Aquesta es la pregunta que intentarem debatre en aquest simposi.

Crec que hi ha dues consideracions prèvies que emmarquen el debat. Són les següents:

- La relació entre la filogènia i l'ontogènia, és a dir, entre la gènesi del coneixement individual (que té lloc fonamentalment a l'aula de ciències) i la gènesi del coneixement al llarg de la història. Ambdós processos es consideren similars, perquè tots dos són constructius i discursius i en tots dos s'hi identifica una intenció similar de donar sentit al món dels fenòmens amb la construcció de teories i de llenguatges específics.
- La diferenciació entre la ciència, què és la ciència i com es fa ciència.

La DC permet diferenciar actualment entre fer ciència i ensenyar-la: els mètodes vàlids en el primer cas (el que fan els científics en els laboratoris i indústries) no tenen per què ser-ho en el segon (especialment quan s'ensenya ciències a tota la població, que és el repte actual dels ensenyants). No és fàcil ensenyar alhora els continguts científics del currículum (amb un component normatiu molt important) i què és la ciència i com es fa (amb un caràcter temptatiu i social igualment important). Ara ens cal diversificar els objectius de la classe de ciències, perquè no només cal ensenyar ciències, sinó també què són i com es fan.

Per tot això, la utilització de la història de les ciències en el seu ensenyament ha de ser planificada amb coneixements específics d'història i amb coneixements de didàctica. Veurem en aquesta ponència tres possibles aportacions de la HC a la DC:

– Contribució al desenvolupament teòric de la DC
– Recursos per a l'ensenyament de les ciències
– Idees i recursos per a la formació del professorat

2. Aportacions de la HC al desenvolupament teòric de la DC

Per ensenyar una disciplina cal conèixer-la bé i conèixer també els seus orígens i evolució. Per això la història de les ciències ha contribuït al llarg dels temps, i ara mateix, a l'ensenyament de les ciències. Però hi ha un altre plantejament més fonamental. Piaget (i altres abans d'ell) va plantejar la possible relació entre la gènesis de les idees en la història i la gènesi individual dels coneixements. Ara són les ciències cognitives les que mostren similituds entre l'activitat cognitiva humana «quotidiana» i l'activitat científica i, de nou, extrauen

de la història patrons de desenvolupament individual i col·lectiu (models de ciència) que poden fonamentar models didàctics.

L'anomenada «nova història de les ciències» (NHC), amb importants components de sociologia de la ciència i amb una concepció nova del llenguatge escrit (que en destaca la importància en la creació de nou coneixement) permet l'emergència d'un nou model de ciència. Aquest nou model de ciència connecta amb els «models de classes de ciències» desenvolupat per la DC perquè ambdues (NHC i DC) reben la principal inspiració de la psicologia cognitiva i de la nova filosofia de la ciència postkuhniana, que donen importància als procediments i als valors i no només als coneixements declaratius.

Aportacions de la NHC que configuren el nou model de ciència.

La nova història de les ciències, atenta als aspectes socials (externalistes) i no només als relatius als coneixements en si (internalistes), centrada en la interpretació dels fets en el context mateix (intrínsecs), ha fet aportacions d'un gran interès. Vegem algunes de les característiques dels coneixements científics que han estat més estudiades darrerament.

- Relació entre l'experimentació i les teories: La relació entre els fets i les teories ha esdevingut problemàtica, fent veure que un mateix fet (la combustió, la calcinació, la reproducció...) ha estat interpretat de maneres molt diverses, sense que cap d'elles pugui ser considerada «falsa». Els anomenats «experiments crucials» depenen molt dels recursos instrumentals i lingüístics de què es disposa i dels objectius que es persegueixen, i tenen sovint una funció retòrica (de convenciment), més que no pas de generadors de nou coneixement revolucionari.
- Les institucions i el poder: La creació de noves institucions i centres de poder, relacionada amb l'emergència de nous valors socials (culturals, econòmics, religiosos, ètics) determinen en gran part la supervivència de determinats coneixements i l'eliminació d'uns altres.
- Els artefactes i la tecnologia: També la utilització d'instruments, que donen lloc a nous fets «artificials» ha estat valorada de manera diversa, perquè genera un altre tipus de poder i també de relació amb la naturalesa. La interpretació dels fets experimentals està fortament mediatitzada pels instruments que s'utilitzen: el valor que se'ls dóna, la representació que ens en fem.
- Rebuig de l'hagiografia: Les grans figures de les ciències (Newton, Lavoisier, Darwin, Pasteur...) es desmitifiquen, atès que es valora la importància del grup social i dels valors culturals en el qual aquestes persones varen realitzar la seva tasca i de les quals varen rebre ajut. Tot i això, donar a conèixer la vida de científics en la seva vessant més humana, immersa en dubtes, tempteigs i errors, és també una aportació molt valuosa
- Interès per les aportacions de grups que s'havien tingut poc en compte, com les dones: Alhora que es desmitifiquen les grans figures, es dóna valor a les aportacions de les minories. Per exemple, la participació de les dones en les ciències ha estat condicionada per factors fisiològics (maternitat) , econòmics i axiològics que cal conèixer bé, però és més rica del que mostraven historiografies anteriors. En-

cara cal trobar les variables que permeten l'estudi aprofundit d'aquestes aportacions, però s'ha obert una nova perspectiva de recerca.

- El llenguatge: El mateix llenguatge és una variable històrica, i ha de ser considerat alhora en la seva funció comunicativa d'idees i en la seva funció de generador d'idees. Per tant, és un instrument per a la creació de coneixement que no és neutre quan s'aplica a coneixements de contextos (històrics o socials) diferents.
- Els canvis de paradigma: La identificació de moments importants de canvi de paradigma (com, per exemple, el que es va produir en el Renaixement) fan veure les diferents maneres de considerar la relació entre el coneixement humà i la naturalesa: d'amor, de domini, d'utilitat, de respecte... La complexitat, per tant, d'aquests canvis, fa difícil admetre que es pugui fer la història dels conceptes científics i fa difícil també determinar si hi ha hagut progrés o què es pot considerar «progrés». Però, tot i això, podem identificar línies d'experimentació, argumentació i debat que es mantenen malgrat els canvis de paradigma i que constitueixen exemples d'evolució conceptual.
- L'ensenyament: Els coneixements científics són el resultat d'una activitat humana complexa, en la qual conflueixen innovacions tècniques, descobriments, noves justificacions i explicacions validades, aplicacions a la vida quotidiana i a la indústria... i també l'ensenyament a les noves generacions. En aquest marc, l'estudi històric de l'ensenyament de les ciències adquireix un nou interès.
- Els valors: Si la ciència és resultat d'una activitat humana, ha de tenir una fita «humana», és a dir, està impregnada de valors: en el seu desenvolupament tria constantment entre el que és considerat bo i dolent per al correcte desenvolupament d'aquesta activitat. Per això, per entendre què és la ciència en diferents moments històrics cal veure quin és el sistema de valors que la sustenta, el qual determina també la seva justificació epistemològica.

Nou Model de Ciència

Malgrat que l'historiador no pretén trobar pautes de desenvolupament històric de les disciplines, sinó interpretar esdeveniments contextualitzats amb la màxima cura i narrar-los, tampoc no pot evitar establir lligams entre les diferents èpoques. Amb això estem dient que l'historiador rep influències del filòsof, i que als professors de ciències els va molt bé que sigui així, perquè d'aquesta manera els coneixements històrics enriqueixen el model de ciència, el fan més humà i més adequat per oferir models de «classe de ciències». Així, l'actual història de les ciències, permet l'emergència de nous models de ciència que la mostren, ara, com una construcció humana dialògica, complementària a d'altres aspectes de l'activitat humana i menys «dogmàtica» del que semblava des de la perspectiva anterior.

La ciència es presenta ara de manera menys triomfalista, més humana i més propera a l'activitat cultural i política (GIERE, 1988, 1992).

Alguns dels trets d'aquest nou model de ciència rellevants per al nostre debat són els següents.

- La ciència és una activitat transformadora de la realitat del món. És una forma de cultura, és una pràctica difícil d'analitzar (però que cal conèixer detalladament, en

els diferents contextos en què es porta a terme) gràcies a la qual es construeix coneixement alhora que s'intervé en el món. No és una forma autònoma de saber, sinó que està interrelacionada amb altres activitats socials.

- Es proposa una concepció semàntica de teoria científica que destaca, com a tret fonamental, que tingui «sentit» en relació amb el món. Com que les teories són per intervenir en el món, depenen dels instruments utilitzats i de les finalitats d'aquesta intervenció. Per això les disciplines evolucionen, perquè ho fan també els instruments i les finalitats que es persegueixen.
- Els canvis de teoria (que poden arribar a ser considerats «revolucions científiques») no es justifiquen segons un model de racionalitat categòric sinó hipotètic, perquè en aquest procés són molt importants els judicis dels científics.
- Els experiments ja no es consideren totalment objectius sinó que són «plàstics». Es dissenyen en el marc d'un model i com a conseqüència de l'experiment els fenòmens esdevenen «fets interpretats», alhora que es desenvolupa el model i es fa més precís el llenguatge amb el qual s'explica què ha passat.
- El que podem dir del món depèn de la perspectiva del nostre estudi (de la finalitat, de les institucions implicades, dels llenguatges i instruments disponibles), per això es parla d'un «realisme pragmàtic» davant del realisme ingenu d'altres models de ciència.
- Es proposen 4 contextos d'activitat científica sense voluntat de demarcació: innovació, avaluació, aplicació i ensenyament. Aquest darrer context es caracteritza per la «normativitat»: allò que s'ensenya és el coneixement (declaratiu i processal) que ha estat avaluat i consensuat (ECHEVARRÍA, 1995).

Nou Model de Classe de Ciències

Com tots els models de ciències, l'actual (influenciat per la NHC) contribueix a elaborar (junt amb altres aportacions de les ciències cognitives i de la didàctica), un model de classe segons el qual aquesta ha de ser un lloc de discussió i d'acció, gràcies a les quals el coneixement evoluciona i canvia. La relació entre el nou model de ciència i el nou model de classe de ciències ha estat posada en evidència per molts autors (CLEMINSON, 1990; NUSSBAUM, 1989; SIEGEL, 1993).

La conseqüència més important de tot això és el reconeixement de la gran diferència entre l'activitat científica i l'activitat científica escolar, perquè els seus valors intrínsecs, que són els que la impulsen i fan que es desenvolupi, són molt diferents (IZQUIERDO, 1995).

Conseqüències per a la fonamentació de la DC

Arribats a aquest punt, se'ns plantegen, als professors, alguns «problemes» força interessants, que cal resoldre per tal de fonamentar teòricament l'ensenyament de les ciències com «activitat científica escolar»:

– La relació entre ciència escolar i la ciència dels científics.

El professor és una peça clau per fer avançar la ciència a l'escola, però aquesta figu-

ra és inexistent en l'activitat dels científics. Els processos de convenciment (la retòrica de la ciència) adquireix una importància més gran, a classe, que la que aparentment té en els processos de creació científica. Com fer la «transposició» d'una ciència a l'altra?

– El «canvi conceptual».

Estar atent als «canvis d'enfocament» que s'han de produir necessàriament al llarg dels cursos escolars i que condueixen els alumnes a canviar les seves idees i ha construir els conceptes i les accions pròpies de les ciències. Hem de considerar-los «revolucions conceptuals» o evolució de les idees? Com podem impulsar aquests canvis?

– Els aspectes «normatius» i els aspectes «pragmàtics» de les ciències.

Els primers són els dels llibres de text i constitueixen els prerequisits per poder-se incorporar a la comunitat científica. Els segons ens mostren els processos de formació d'aquests coneixements, amb la finalitat de transformar el món. Per això les ciències i les tècniques estan molt relacionades; però també ho estan les ciències i els valors, que són els que condicionen les finalitats que es persegueixen amb l'activitat humana. Com ensenyar alhora els dos aspectes de les ciències de manera adequada al moment actual?

– Resituar tant el llibre de text com l'experimentació escolar, així com la relació entre l'un i l'altra.

La construcció de la ciència escolar passa probablement per aprendre a parlar «científicament» sobre els fenòmens del món, admetent que se'n podria parlar de moltes altres maneres. Com introduïm un llenguatge científic amb significat experimental, sabent que el llenguatge evoluciona (també el dels alumnes) i que les paraules tenen diferents sentits segons els esquemes culturals dels qui les utilitzen?

3. La història de les ciències, recurs per a la classe de ciències (per ensenyar què és la ciència i com es construeix)

Com que utilitzem un model de classe de ciències inspirat per la història i la filosofia de les ciències, és evident que la història de les ciències pot proporcionar recursos per a la classe. Ara bé, aquí hem de ser molt prudents, perquè hi ha moltes diferències entre aprendre ciències i fer ciències, tot i que ambdues són activitats amb les quals es dóna significat al món (BEBILACQUE I GIANETTO, 1995; MATTHEWS, 1994).

Un dels temes que caldria debatre és si la HC és necessària només per ensenyar què és la ciència i com es fa ciència (amb predomini de la dinàmica científica) (BLANCO I NIAZ, 1998; GARCIA CRUZ, 1998) o si també ho és per ensenyar ciència (amb predomini dels aspectes normatius de la ciència tal com és ara) (SOLAZ I SAN JOSÉ, 1992). En tot cas, l'alumnat ha de saber què és la ciència per tal que la ciència normativa que aprèn tingui algun sentit (IZQUIERDO, 1996).

No és fàcil introduir la NHC a l'escola, perquè admetre la temporalitat del coneixement sense perdre la confiança en la capacitat humana de conèixer el món requereix una maduresa que no sempre trobem a les aules. Es poden oferir diversos suggeriments, que caldria concretar, desenvolupar, implantar i avaluar .

Narracions: la ciència és una activitat humana, que pretén transformar el món

- «Explicar històries» contextualitzades (amb un enfocament interdisciplinar, propi dels currículums CTS), que poden ser utilitzades des d'un punt de vista didàctic: per introduir conceptes, per motivar, per promoure determinades actituds, per relacionar coneixements de diferents àrees, per fonamentar activitats interdisciplinars, per ajudar a concebre unitàriament la docència de les diferents disciplines (GOTSCHL, 1990; IZQUIERDO, 1994; CRAWFORD, 1998; GIMÉNEZ I FERNÁNDEZ, 1998).
- Donar a conèixer personatges històrics que mostrin els aspectes humans de les ciències i el conjunt de valors (individuals i socials) en els quals es recolzen, però defugint l'hagiografia (MARCO, 1982).
- Relacionar la tecnologia, l'economia, la política, la literatura, la indústria... amb les ciències, en diverses èpoques històriques (PICKERING, 1989).

Llenguatge i construcció del coneixement

- Fer simulacions de situacions històriques, de debat, en les quals calgui descriure, definir, argumentar, justificar.
- Llegir textos històrics seleccionats (com es fa a la classe de literatura) fent veure que els llibres sempre s'escriuen pensant en qui els ha de llegir i que reflecteixen els valors de l'època (NERSESSIAN, 1992; MARCO, 1986).

Experimentació

- Repetir pràctiques «històriques» rellevants, fent veure quins eren els seus objectius, les possibilitats d'interpretació que es tenien i la seva utilitat, superant les limitacions d'una anàlisi centrada en si «eren veritat o no» (MACHAMER I WOODY, 1994).
- Identificar instruments antics: el seu objectiu, la manera de funcionar, les idees que suscitava (GORMAN I ROBINSON, 1998).

Canvi conceptual

- Mostrar situacions històriques de crisi i dubte que facin veure que el coneixement científic no és un dogma, ni una història de «bons i dolents» (NERSESSIAN, 1989).

4. La formació del professorat

Per tot el que acabem de dir, els professors de ciències haurien de saber història de les ciències.

Per això, en parlar de la formació del professorat hauríem de referir-nos a:

- Els recursos, procedents de la HC, que poden utilitzar-se a la classe de DC (és a dir, en la formació dels futurs professors).
- Les habilitats, procedents de la HC, que són necessàries per fer investigació en didàctica de les ciències (segons la nova versió de relació entre filogènia i ontogènia).

Recursos per a la classe de DC

Presentació d'assaigs o dissertacions en les quals un fet històric sigui analitzat, en el seu context, des de la perspectiva pròpia de la DC: fent veure l'emergència de nous conceptes i de nous llenguatges.

- Combinar la història amb l'anàlisi dels esdeveniments actuals, defugint el determinisme històric que oblida que els objectius de les ciències els determina cada època i cada societat: poden ser més humans, poden ser més ètics, poden ser més lúdics...
- Fer estudis transversals que mostrin si és possible o no fer la història d'un concepte científic, i si es pot parlar o no de progrés del coneixement al llarg de la història (ESTANY I IZQUIERDO, 1990)
- Relacionar les ciències amb la cultura: la poesia, la música, la religió... no desenvolupen dimensions humanes incompatibles amb els coneixements científics.
- Entrar a fons en l'anàlisi dels textos antics, introduint les tècniques necessàries per fer-ho.
- Buscar les causes de la marginació de les minories (de les dones, per exemple) i també de la participació real d'aquestes, tot i que la seva aportació no hagi estat recollida per escrit.
- Utilitzar tècniques de representació del coneixement contextualitzat i de la seva evolució, que entrena per fer el mateix a classe.
- Veure com s'han utilitzat els símbols per construir coneixement i utilitzar, a classe, símbols nous pel coneixement nou, per afavorir una visió pragmàtica del llenguatge.
- Analitzar, de cada època, les concepcions sobre el coneixement i les concepcions sobre l'ensenyament, i veure la relació entre ambdues.

Finalment, la HC fa aportacions a la recerca en DC:

- Facilita instruments i tècniques d'anàlisi que ajuden al tractament de les dades a l'aula.
- Proporciona patrons de pensament i de comportament diferents dels actuals, que poden utilitzar-se com a «mitjancers» per interpretar les dades sobre el pensament o el comportament de professors i alumnes en el procés de construcció del coneixement.
- Proporciona temes de recerca específics: els que es refereixen a la utilització de la HC a la classe i els que es refereixen a la història de l'ensenyament de les ciències.

5. Conclusió

Amb aquesta reflexió, que serà complementada per les diverses aportacions a aquest simposi, he intentat mostrar la importància de la història de les ciències per als professors de ciències i per als alumnes. Així, sembla del tot necessari que la HC formi part del cursos de formació inicial i permanent dels professors. Els professors, els científics, els historiadors, etc., formem un col·lectiu molt ric amb moltes possibilitats de treball conjunt per millorar l'ensenyament de les ciències i de la història de les ciències.

Bibliografia

Llibres consultats

AUDIGIER, F.; FILLON, P. (1991), *Enseigner l'histoire des sciencies et des techniques,* Paris, INRP.
GIERE, R. N. (1988), *Explaining Science*, University of Chicago Press.
GIERE, R. N. (1991), *Understanding Scientific Reasoning*, Chicago, Holt, Rinehart and Winston.
GONZALEZ, M.; LOPEZ, J.; LUJAN, J. (1996), *Ciencia, Tecnología, Sociedad*, Madrid, Tecnos.
GOODING, D.; PINCH, T.; SCHAFFER, S. (1989), *The Uses of Experiment*, Cambridge, Cambridge University Press.
GROSS, A. G. (1990), *The rethoric of Science*, Harvard University Press.
HALLIDAY, M. A. K.; MARTIN, J. R. (1993), *Writing Science*, University of Pittsburg Press.
HANNAWAY, O. (1975), *The chemist and the word. The didactic origins of Chemistry*, John Hopkins University Press.
KUHN, T. S. (1971), *La estructura de las revoluciones científicas*, Méjico, Fondo de Cultura Económica.
LAKATOS, I. (1983), *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza Editorial.
LAUDAN, L. (1986), *El Progreso y sus Problemas*, Madrid, Encuentro.
MATTHEWS, M.R. (1991), *Science Teaching. The role of History and Philosophy of Science*, London and New York, Routledge.
SHORTLAND, M.; WARWICK, A. (ed.) (1989), *Teaching the History of Science*, Oxford and New York, Blackwell.

Bibliografia citada

BEVILACQUE, F.; GIANETTO, E. (1995), «Hermeneutics and Science Education. The Role of History of Science», *Science & Education*, 4 (2), pàgs. 115-126.
BLANCO, R.; NIAZ, M. (1998), «A Lakatosian reconstruction of Student and teachers' understanding of structure of the atom», *Science & Education*, 7 (4), pàgs. 327-360.
CLEMINSON, A. (1990), «Establishing an Epistemological Base for Science Teaching in

the Light of Contemporary Notions of the Nature of Science and of How Children Learn Science», *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (5), pàgs. 429-445.
CRAWFORD, E. (1998), «M. Faraday on the Learning of science and attitudes of mind», *Science & Education,* 7 (2), pàgs. 203-211.
GARCÍA CRUZ, C. M. (1998), «De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología», *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), pàgs. 323– 330.
GIMENEZ, E.; FERNANDEZ, E. (1998), «Didactic problems in the concept of electron potential difference and an analysis of its philogenesis», *Science & Education*, 7 (2), pàgs. 129-144.
GORMAN, M. E.; ROBINSON, J.K. (1998), «Using History to teach invention and dessign: the case of telephone», *Science & Education,* 7 (2), pàgs. 173-201.
GOTSCHL, L. (1990), «Philosophical and scientific conceptions on Nature and the place of responsability», *Int. J., Sci. Educ.,* 12 (3), pàgs. 288-296.
ECHEVARRÍA, J. (1995), *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Akal.
ESTANY, A.; IZQUIERDO, M. (1990), «La Evolución del Concepto de Afinidad Analizada desde el Modelo de Toulmin», *Llull*, 13, pàgs. 349-378.
IZQUIERDO, M. (1994), «Cognitive Models of Science and the teaching of Science. History of Science and Curriculum». A: *Proceedings of the 2nd. Summer School «Research in Science Education»,* Thessaloniki, Grecia.
IZQUIERDO, M. (1995), «Epistemological Foundation of School Science». Comunicación presentada en la *3rd. International Conference History and Philosophy of Science and Sciece Education»,* Minneapolis, Minnesota.
IZQUIERDO, M. (1996), «Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias», *Alambique*, 8, pàgs. 7-21.
MACHAMER, P.; WOODY, A. (1994), «A model of Intelligibility in Science: Using Galileo's Balance as a Model for Understanding the Motion of Bodies», *Science & Education*, 3, pàgs. 215-244.
MARCO, B. (1982), *Historia de la Ciencia. Material didáctico,* Madrid, IEPS.
MARCO, B. (1986), *La perspectiva histórica en el aprendizaje de las ciencias. Apuntes IEPS 41,* Madrid, Narcea.
MATTEWS, M. R. (1994), «Historia, epistemología y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual», *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pàgs. 255-277.
NERSSESIAN, N. J. (1989), «Conceptual Change in Science and in Science Education», *Synthese*, 80, pàgs.163-183.
NERSESSIAN, N. (1992), «How do scientist Think? Capturing the Dynamics of Coneptual Change in Science». A: GIERE, R. N. (Ed.): *Cognitive Models of Science,*. University of Minnesota Press, pàgs. 3-44.
NUSSBAUM, J. *et al.* (1989), «Classroom Conceptual Change: Philosophical Perspectives», *International Journal of Science Education*, vol. II, Special Issue, pàgs. 530-540.
PICKERING, A. (1989), «Living in the material world». A: GOODING *et al. The uses of Experiment.* Cambridge University Press, pàgs. 275-297.
SIEGEL, H. (1993), «Naturalized Philosophy of Science and Natural Science Education», *Science & Education,* 2, pàgs. 57-68.
SOLAZ, J. J.; SANJOSE, V. (1992), «El papel del péndulo en el paradigma newtoniano», *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), pàgs. 95-100.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 125-128

LA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA: UN CAMP PER A LA INICIACIÓ A LA RECERCA

M. Rosa Massa Esteve
Centre d'Estudis d'Història de la Ciència. Universitat Autònoma de Barcelona

Paraules clau: *ensenyament, recerca, història de la ciència.*

The History of Science: a field to the beginning of research

Summary: T*he author tries to convince teachers in High School that they are willing to tutor research work on the History of Science. In this paper we will explain two works of research about the History of Science done in a High School of Barcelona: IB Carles Riba.*

Key words: *teaching, research, history of science.*

En ensenyament, un dels recursos que cal utilitzar per millorar la transmissió i assoliment dels continguts específics d'una matèria científica és l'ús de casos històrics. L'oportunitat d'incloure'ls dins del currículum de l'alumne de batxillerat ens l'ofereix els crèdits variables creats pel centre. Però no és l'única. La nostra reflexió se centrarà en una matèria nova del segon curs de Batxillerat LOGSE anomenada treball de recerca on, a l'IB Carles Riba, la història de la ciència és una de les línies d'estudi.

El treball de recerca consisteix en un conjunt d'activitats estructurades i orientades de cara a la investigació en un àmbit que tria l'alumne, ajudat pel seu director de recerca. Entre els objectius d'aquest treball de recerca n'hi dos que tenen gran valor tant a curt com a mig termini. El primer és la introducció de l'alumne a partir d'una elecció interessada a la pràctica de determinats procediments en àmbits que poden ser diferents d'aquells on els va adquirir. El segon és que l'experiència queda com a model que cal corregir i aprofundir en futures situacions anàlogues tan acadèmiques com professionals. L'alumne, al mateix temps, aprèn a desenvolupar actituds pertinents a aquest tipus de treball intel·lectual, com ara la capacitat d'anàlisi, el rigor i la tenacitat, actituds que poden veure's acompanyades quan resulten exitoses del sentiment gratificant del plaer del redescobriment i de la satisfacció del treball que és fruit del propi esforç.

La història de la ciència en general, i de les matemàtiques en particular, ens ofereix un marc idoni per a l'adquisició d'aquestes actituds i valors. Actituds i valors que els resultaran necessaris en la seva futura vida acadèmica o professional. Pensem especialment en la pràctica efectiva de la interdisciplinarietat, la transferència de coneixements entre diversos

camps i l'adquisició d'una cultura integrada i al compàs de la canviant societat actual. D'altra banda, des de la perspectiva i interessos d'ensenyants que valorem i fem recerca en l'àmbit de la història de la ciència, la realització d'aquests treballs de recerca ens ofereix una oportunitat a la qual no hem de renunciar, tot i tenir present les dificultats que planteja la conjuntura educativa actual als centres de secundària.

En defensa de la proposta anterior, i com a estímul per a aquells de vosaltres que potser encara dubteu de la seva viabilitat pràctica, passem a descriure breument, dos casos que hem experimentat en el nostre centre amb molt bons resultats, estudis sobre René Descartes (1596-1650) i sobre Thomas S. Kuhn (1922-1996).

Amb motiu del 400 aniversari de René Descartes (1596-1996), durant el curs 1995/96, un equip de professors del nostre institut va organitzar unes Jornades sobre la figura i l'obra de Descartes. Les Jornades formaven part d'un projecte més ampli d'estudi i debat sobre el pensament cartesià en general, i en particular sobre la seva representativitat en el context del pensament científic i filosòfic modern. Aquestes Jornades proporcionaren als alumnes idees i informació sobre diferents aspectes del pensament de Descartes. J. Pla, de la Universitat de Barcelona, va explicar el canvi de mentalitat existent entre la geometria grega, en particular Euclides en els seus *Elements* i la nova concepció cartesiana, a la conferència «Geometria grega i geometria cartesiana». La part filosòfica de Descartes va anar a càrrec de G. Mayos, de la Universitat de Barcelona, amb «El camí de Descartes cap a la Filosofia». R. Pena, de l'IB Carles Riba, va exposar les idees del llibre de Chomsky a la conferència «Lingüística cartesiana». C. Rusiñol, de l'IB Carles Riba, centrà la seva intervenció en «Reflexions sobre *El compendi de música* de René Descartes». Finalment, A. Nieto, de la Universitat Autònoma de Barcelona, en «El llegat de Descartes en la ciència moderna», mostrava elements de connexió entre les idees cartesianes i els problemes de la ciència moderna.

Aquestes conferències, la lectura acurada de les obres de Descartes i els seminaris específics sobre les seves idees van donar lloc, el 23 d'abril, a una taula rodona on els alumnes van exposar el seu treball de recerca, *400 aniversari de René Descartes (1596-1996)*[1]. En aquest treball s'intenta reproduir el pensament científic i filosòfic de l'època de Descartes així com el de les institucions científiques del segle XVII, centrant-se en les relacions del filòsof francès amb els principals homes de ciència de l'època i les institucions que la promovien. En aquest sentit, la trajectòria intel·lectual i l'estudi de les obres de Descartes han constituït un moment especialment important del treball, de la mateixa manera que la comprensió del seu pensament com una ruptura matisada amb la tradició filosòfica en la teoria del coneixement.

En la metodologia de treball s'ha combinat el treball individual amb el de grup. Les lectures individuals, de les quals es feien breus recensions i qüestionaris, eren trameses, posteriorment, a la resta dels membres del grup. A partir d'aquesta tasca es van detectar les dificultats, els problemes i els dubtes que havien generat les lectures prèvies. En el moment de la redacció final es va discutir l'articulació dels diferents materials recollits, amb l'objectiu de reconstruir l'esperit científic i cultural de l'època.

[1] Aquest treball ha obtingut un dels premis CIRIT per fomentar l'esperit científic del jovent 1996, que concedeix cada any la Generalitat de Catalunya i el premi Baldiri Reixach 1996. El nostre centre (l'Institut de Batxillerat Carles Riba de Barcelona) ha publicat el llibre: *Ciència, filosofia i societat en René Descartes* (aquesta és la tercera edició), on s'hi recullen les cinc conferències i aquest treball de recerca dels alumnes.

Amb aquest treball de recerca els alumnes han descobert des d'una perspectiva interdisciplinar de quina manera biografia, institucions i esdeveniments històrics en Descartes configuren una atmosfera intel·lectual generadora de preguntes i reflexions derivades d'unes mateixes preocupacions i problemes. A l'Europa del segle XVII, sotmesa als fatigosos conflictes religiosos i amb la intuïció que s'ha entrat en una nova era, el saber humà s'obre a noves possibilitats exploratòries. La filosofia, la matemàtica, la física, la música i el llenguatge esdevindran les cares d'una única figura geomètrica de la racionalitat moderna.

Un altre cas paradigmàtic que també hem utilitzat és l'estudi sobre el pensament científic i filosòfic de Thomas S. Kuhn (1922-1996), físic, filòsof i historiador de la ciència que fa pocs anys ens va deixar. Es tractava de treballar sobre els conceptes de crisi i canvi en la ciència, que condueixen a les nocions kuhnianes de paradigma i revolució científica.

El treball titulat *Ciència i societat a Thomas S. Kuhn (1922-1996)* té com a precedent les classes de filosofia de primer curs de Batxillerat en l'apartat dedicat a «la ciència i la metodologia de la ciència»[2]. Un dels aspectes treballats era el caràcter social de les institucions científiques i, en particular, es reflexionava sobre les condicions en què es desenvolupa la pràctica dels científics. L'espurna que motivà l'interès de l'alumne, autor del treball, fou la perplexitat que li provocà prendre consciència que la dinàmica de la investigació científica està marcada no només pels aspectes logicoformals i experimentals propis del coneixement sinó per les condicions ambientals en què viuen els homes i les dones de ciència. En definitiva, descobrir que, darrera de nocions i conceptes, lleis i teories, experiments i hipòtesis, hi ha investigadors sotmesos als condicionaments de les dinàmiques institucionals.

Aquest va ser el factor desencadenant de fascinació que es veuria després acompanyat per la descoberta del que podríem denominar condicions socials del coneixement. La metodologia seguida tingué dues fases ben diferenciades. La primera va consistir a triar i estudiar aquelles obres de Kuhn més representatives pel que fa a la manera en què societat i ciència estan en interacció, com ara *La tensión esencial*, *La estructura de las revoluciones científicas,* etc. En la segona fase, l'alumne va refer el material i va idear una forma per comunicar les idees de Kuhn d'una manera entenedora i divulgativa, alhora que rigorosa: va simular una entrevista en la qual Kuhn ens explica en primera persona les seves idees. L'entrevista simulada ve acompanyada d'un glossari i una anàlisi textual.

Amb aquest treball l'alumne mostra una bona comprensió dels problemes que planteja Kuhn expressant amb molta lucidesa les idees kuhnianes sobre les nocions de crisi i paradigma, i esbrina les influències recíproques entre la ciència i la «microsocietat científica». En paraules seves, «el rígid engranatge de la ciència» es veu sacsejat per altres condicionaments no científics.

Altres casos històrics que hem treballat són: «Què és el triangle aritmètic?», «Les dones i la ciència», «El teorema de Fermat», «La revolució copernicana» i «El cercle des de diferents disciplines».

Amb l'elaboració d'aquests treballs d'història de la ciència, volem també transmetre als alumnes un model d'investigació que els transporti al passat per comprendre millor el pre-

[2] Aquest treball ha obtingut també un dels premis CIRIT per fomentar l'esperit científic del jovent 1997, que concedeix la Generalitat de Catalunya. El treball es troba publicat en el llibre: *Recull de treballs de recerca, premi CIRIT 1997*, que ha editat el nostre centre (segona edició: maig de 1999).

sent i, d'altra banda, una manera de treballar que els obligui a un esforç procedimental compromès amb la lectura, l'abstracció, la ciència i la pluralitat d'enfocaments disciplinars.

Bibliografia

CLARKE, D. M. (1986), *La filosofía de la ciencia de Descartes*, E. Rada (trad.), Madrid, Alianza.

CROMBIE, A. C. (1971), «Descartes». A: GILLISPIE, C. C. (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*, 16 vols., New York, Scribner's.

DESCARTES, R. (1979), *Meditaciones metafísicas*, F. Larraya (trad.), Méjico, Purua.

DESCARTES, R. (1981), *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, G. Quintás (trad.), Madrid, Alfaguara.

DESCARTES, R. (1988), *El discurs del mètode*, A. Bosch (trad.), Madrid, Alhambra.

DESCARTES, R. (1989), *Las pasiones del alma*, E. Frutos (trad.), Barcelona, Planeta.

DESCARTES, R. (1990), *El tratado del hombre*, G. Quintás (trad.), Madrid, Alianza.

DESCARTES, R. (1991), *El mundo o tratado de la luz*, A. Roja (trad.), Madrid, Alianza.

DESCARTES, R. (1992), *El compendio de música*, P. Flores i C. Gallardo (trad.), Madrid, Tecnos.

ECHEVARRÍA, J. (1995), *Filosofía de la Ciencia*, Madrid, Akal.

ESTANY, A. (1993), *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Barcelona, Crítica.

HALL, A. R. (1985), *La revolución científica 1500-1750*, J. Beltran (trad.), Barcelona, Crítica.

KUHN, T. S. (1975), *La estructura de las revoluciones científicas,* Méjico, Fondo de Cultura Económica.

KUHN, T. S. (1983), *La tensión esencial*, R. Helier (trad.), Méjico, Fondo de Cultura Económica.

KUHN, T. S. (1985), *La revolución copernicana,* D. Bergadà (trad.), Barcelona, Ariel.

ORNSTEIN, M. (1938), *The Role of scientific societies in the Seventeenth Century*, Illinois, Chicago Press.

SHEA, W. R. (1991), *La magia de los números y el movimiento. La carrera científica de Descartes*, J. P. Campos (trad.), Madrid, Alianza.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 129-134

ELS RECURSOS HISTÒRICS EN L'ENSENYAMENT DE LA MATEMÀTICA

J. M. Núñez i Espallargas; J. Servat i Susagne
Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *educació matemàtica, història de la matemàtica.*

The historic recourses in the mathematical education

Summary: *The paper analyzes the most essentials trends of the historic investigations in the field of mathematical education and the principal characteristics of their application at the class-room activities.*
Two different kinds of examples are presented. The first is belonging to the arithmetic field: brief discussion of the general advantages and obstacles when the teacher introduce old algorismes in calculus training and, more in particularly, the presentation of alternative methods for the determination of square roots. The second example pertain to the geometry: the recuperation of classical methods (equidescomposition and quadrature) in the measure of the surface of poligonal figures and their adaptation to the modern computer technology.

Key words: *mathematical education, history of mathematics.*

1. Els recursos històrics en l'ensenyament de la matemàtica: les dificultats i els avantatges

La utilització de la història com a recurs didàctic en l'ensenyament de la matemàtica és una metodologia no gaire emprada pel professor d'aquesta matèria. Els arguments que es fan servir per tal de justificar aquest desinterès són de tota mena, però possiblement, els més citats fan referència a la creença que els temes antics i especialment el seu enfocament i tractament es troben massa allunyats dels enfocaments i tractaments actuals. A més a això s'hi afegeix la dificultat lèxica i terminològica dels textos clàssics, si és que es vol fer ús de fragments originals o traduïts. Tots aquests arguments i d'altres són certs, especialment, si no hem tingut cura a l'hora de seleccionar els temes o els textos en funció dels coneixements previs dels nostres alumnes i de la seves necessitats.

Però també és igualment cert, que la utilització a la classe de matemàtiques dels recursos històrics, adequadament comentats i analitzats, pot aportar elements valuosos a la formació integral de l'alumne. Presentar a un grup d'alumnes un problema o una qüestió, que ells poden comprendre fàcilment, encara que aquests problemes no pertanyin al seu context

quotidià, permet ajudar al professor a explicar conceptes o aplicacions de la matemàtica difícils d'assimilar presentats d'una manera genèrica o abstracta. A més a més, la perspectiva històrica ens permet fer comprendre el paper que hi juguen determinades tècniques o mètodes matemàtics davant d'altres que van predominar en el passat. Tindrem així, elements per avaluar millor l'avenç de les matemàtiques en paral·lel amb el progrés de la humanitat, al mateix temps que hi descobrim elements de la interrelació entre matemàtiques i societat, aspecte aquest últim que actualment sembla relegat a un segon pla per la priorització dels aspectes tecnològics de l'educació matemàtica. També s'ha de dir que no és gens menyspreable la possibilitat de «fer matemàtiques» que ofereix l'anàlisi d'un problema en un context o amb una metodologia diferents de les habituals.

2. Els recursos històrics en l'ensenyament de la matemàtica: alguns mites massa arrelats

Una de les creences més sòlidament afermades és que la introducció de fragments o elements històrics a la classe de matemàtiques implica necessàriament fer referència a èpoques molt pretèrites. Però no sempre ha de ser així, no cal rastrejar el passat llunyà. Amb freqüència, textos relativament recents poden ser exemplaritzants si l'alumne percep una sensació d'allunyament. A vegades, aquest efecte no ve donat per la llunyania en el temps, sinó per la llunyania cultural: incloure entre les nostres activitats a l'aula la lectura de textos escrits per autors d'altres pobles, d'altres països, pot motivar la curiositat dels alumnes i provocar debats de gran valor formatiu. En aquest sentit l'etnomatemàtica ofereix un potencial educatiu que els professors de matemàtiques encara no hem apreciat suficientment.

Un altre mite molt arrelat quan es parla dels recursos històrics en l'ensenyament de la matemàtica és el d'associar l'elecció de textos amb els noms i les obres dels matemàtics cabdals, bé siguin de l'antiguitat, del Renaixement o de les èpoques moderna i contemporània. Es cert que determinats fragments d'autors com ara Arquímedes, Descartes, Euler, Galois, Gauss, Cantor, Poincaré o Russell, per esmentar-ne només alguns dels més citats, ens ofereixen lectures admirables i profitoses des del punt de vista de la docència de la matemàtica.

Però també poden servir de fons documentals de notable interès per a l'ensenyament de la matemàtica fragments de les obres d'altres figures, que han estat més o menys importants en el camp del pensament, i que, si bé entre altres disciplines han conreat la matemàtica, no són especialment conegudes per les seves aportacions a la teoria o cos matemàtic. Aquest podria ser el cas de Plató i l'ús que de la teoria de la divisibilitat fa en la seva concepció de la ciutat-estat; el de Boeci i el seu tractament del concepte de número; el de Ramus i la seva preocupació pels aspectes didàctics de l'ensenyament de la matemàtica; els diàlegs de Pérez de Moya i la utilització del joc matemàtic com a recurs per l'aprenentatge d'aquesta ciència; entre molts altres.

Finalment, cal assenyalar que hi ha un camp molt poc treballat, però que ofereix múltiples possibilitats per al docent interessat en els recursos històrics. És el cas de l'antic llibre de text, escrit per persones que ja han caigut en l'oblit, però que en els seus manuals van aportar idees, problemes, mètodes per a l'ensenyament de la matemàtica, algunes de les quals poden ser inspiradores de «nous» recursos a l'aula. Cal buscar materials per utilitzar a la classe en els textos dels diferents nivells de l'ensenyament de la matemàtica, així com en els manuals per a l'ensenyament d'antics oficis o professions, perquè sovintegen les sorpreses per a l'historiador d'educació matemàtica.

A continuació farem dues aplicacions de bona part del que hem dit a dos contextos diferents, ambdós dintre del camp de la matemàtica, l'un pertanyent a l'aritmètica i l'altre a la geometria.

3. Utilització d'antics algorismes en l'ensenyament i l'aprenentatge del càlcul

A l'ensenyament primari un dels objectius més treballats a l'aula de matemàtiques és l'adquisició teòrica i pràctica dels algorismes de les operacions aritmètiques bàsiques. Aquests algorismes són percebuts per part dels alumnes com els procediments invariables i únics per determinar el resultat de les operacions. A les experiències didàctiques portades a terme ha estat profitosa la introducció a la classe d'altres algorismes històrics, i no tan sols com a ajuda per ensenyar les fases d'un determinat procediment operatiu, sinó també com a reflexió sobre el caràcter de la matemàtica i el paper de les diverses cultures en el seu desenvolupament. Val a dir que, en la major part dels casos, la presentació d'altres algorismes a la classe s'ha fet com una activitat lúdica i, solament, en situacions concretes s'ha introduït com a alternativa real del procediment de càlcul habitual.

Tenim recollits molts d'aquests antics procediments de càlcul, des d'aquells que només impliquen una modificació formal en l'algorisme deixant l'estructura essencial intacta, fins a aquells que suposen un nou plantejament del procés resolutiu. Entre els primers cal situar els algorismes anomenats «indis», pel fet de ser una derivació dels procediments originals elaborats pel poble inventor del sistema decimal posicional, i que, bàsicament, coincideixen amb els habituals excepte en l'ordre d'actuació, que és el d'«esquerra a dreta». És fàcil mostrar a l'alumne que totes les operacions es poden realitzar començant per l'esquerra. Això, a més de ser matemàticament correcte, és coherent amb l'ordre de lectura. Precisament, el fet que nosaltres procedim per la dreta és conseqüència de l'adaptació del procés indi original feta pels àrabs, introductors, com és ben sabut, dels algorismes a Europa. Fem observar que la presentació dels algorismes «per l'esquerra» no és tan sols una curiositat matemàtica, sinó que te un notable interès didàctic. Així, la sostracció «per l'esquerra» evita el fet d'haver de «portar», pas que dificulta l'aprenentatge d'aquest algorisme a l'escola. Encara que no ens podem estendre més en les implicacions didàctiques, assenyalem un altre fet: en la divisió habitual hi ha una barreja d'orientacions (els agrupaments es fan per l'esquerra i, en canvi, les multiplicacions parcials per la dreta), mentre que si es procedeix sempre per l'esquerra no es dóna cap canvi en el sentit de realització del càlculs.

Podríem parlar molt dels avantatges pedagògics de presentar altres algorismes històrics que impliquen petits o grans canvis conceptuals en els procediments de càlcul, així com de la introducció de «màquines» de calcular emprades per la humanitat en altres temps o en altres cultures, com ara els àbacs, la taula de calcular medieval o les varetes de Neper, però davant la brevetat que ens hem imposat, ens limitarem a comentar el cas d'un algorisme més complex que els de les quatre operacions aritmètiques elementals i en el qual, a les nostres investigacions, ha estat determinant la informació obtinguda als antics llibres de text: és el cas de l'algorisme de l'arrel quadrada.

Molts educadors són partidaris d'eliminar dels programes l'algorisme del càlcul de l'arrel quadrada, que per la seva complexitat és difícil d'aprendre i s'oblida amb molta facilitat. Argumenten aquesta opinió dient que les calculadores fan la seva funció amb molta més

rapidesa i, a més, diuen que el procediment habitual no comporta cap element o concepte matemàtic nou per a l'alumne. Hi ha d'altres professors que són partidaris de conservar-ho, però modificant la metodologia didàctica per fer-la més heurística.

Finalment, alguns intenten una tercera via, proposant algorismes alternatius més fàcils d'ensenyar i d'aprendre. Recentment, en una obra sobre didàctica del càlcul s'analitzava la possibilitat d'emprar el conegut teorema de l'àlgebra segons el qual la suma dels n primers senars consecutius és igual a n^2 (GÓMEZ, 1988). D'aquesta manera, l'extracció de l'arrel quadrada d'un nombre podria calcular-se determinant la quantitat de senars consecutius que se li poden restar al valor inicial. La qüestió fonamental radica en proposar un procediment que abreugés la sostracció de senars consecutius i que fos també pràctic d'aplicar. Doncs bé, en un estudi portat a terme pels autors sobre els llibres de text de matemàtiques en llengua catalana s'ha pogut descobrir en un d'ells un algorisme molt senzill basat en aquest principi (NÚÑEZ, SERVAT, 1993a). Es tracta d'un manual d'aritmètica publicat al 1899 per Camil Vives per servir com a text al Col·legi Sant Jordi, primer centre dels temps moderns en impartir ensenyament en la llengua del país a Catalunya (VIVES, 1899). En aquesta obra es desenvolupa completament un mètode molt simple de calcular l'arrel quadrada basat en la sostracció consecutiva de nombres senars. Hem d'advertir per la nostra banda, que si bé Camil Vives l'aplica exclusivament a nombres naturals quadrats perfectes, hem provat que no hi cap inconvenient d'ordre matemàtic per estendre el procediment a tota mena de nombres naturals o racionals, de manera que es pot determinar sempre l'arrel quadrada amb el grau d'aproximació que es vulgui (NÚÑEZ, SERVAT, 1993b).

També entre els procediments proposats com alternativa a l'algorisme habitual hi ha un mètode, ben conegut des de temps antics, basat en la determinació d'arrels aproximades mitjançant divisions successives del nombre per aquests valors. També, sobre aquesta qüestió, els llibres de text antics ens poden donar idees. Per exemple, en una obra d'Enric Vilaret publicada abans de la Guerra Civil (VILARET, 1930), que ja anuncia a la portada un «*nuevo procedimiento, asombroso por su sencillez, para la extracción de raíces*», s'explica un mètode per determinar les arrels quadrades mitjançant aproximacions successives, que si bé l'autor només l'aplica als nombres quadrats perfectes, no hi ha cap obstacle teòric per estendre el procediment a tots els nombres racionals (NÚÑEZ, SERVAT, 1993b).

4. Les antigues metodologies i el concepte i la determinació d'àrees de polígons

Un capítol important en l'ensenyament de la geometria, tant a la primària com a la secundària obligatòria, és el dedicat al concepte i càlcul de les àrees de figures geomètriques. En termes generals l'estratègia habitual passa per definir el concepte d'àrea d'un quadrat i, després, deduir, amb més o menys rigor, les fórmules que permeten calcular la superfície dels polígons més senzills, com ara triangles, diferents quadrilàters i polígons regulars. Les tècniques emprades en aquestes deduccions són diverses, però en general tenen un interès secundari, davant la prioritat evident de trobar les expressions algebraiques.

Actualment els corrents moderns en didàctica de la matemàtica tendeixen a l'aprenentatge significatiu dels conceptes i dels procediments i això a provocat una revifalla dels mètodes estrictament geomètrics sobre els algebraics en l'ensenyament de la geometria. Pel que fa al cas que ens ocupa, el concepte i el càlcul d'àrees, ha resultat altament inspirador re-

buscar en els antics llibres de text. Hem observat que en molts manuals del segle XIX es prioritza com a metodologia l'equidescomposició de figures geomètriques, és a dir, la partició d'una figura mitjançant talls i posterior moviment de les peces resultants de manera que es pot reconstruir una altra figura que posseeix evidentment la mateixa àrea que la inicial. La comparació de les respectives dimensions serveix per proposar les relacions quantitatives entre els elements característics de les figures geomètriques. Val a dir que aquest mètode és essencialment geomètric i que, a més d'estimular la manipulació espacial en l'alumne, dóna una autèntica percepció visual i intuïtiva del concepte d'àrea com a invariant davant de les equidescomposicions. Els textos de geometria clàssics que coneixem no donen una panoràmica de conjunt, únicament ofereixen tot un ventall de solucions o receptes particulars. Treballs com ara el de Boltyanski, entre d'altres, han permès una formulació matemàtica del problema de l'equidescomposició (BOLTYANSKI, 1973). Sobre aquestes bases teòriques, els autors han desenvolupat un procediment general i sistemàtic per obtenir a partir de qualsevol polígon elemental tots els altres polígons estudiats a l'ensenyament bàsic, a través de recorreguts per diferents figures equidescomponibles (SERVAT, NÚÑEZ, 1997).

Un àmbit més ampli per a l'aplicació didàctica dels recursos històrics el tenim quan s'ensenya la determinació d'àrees de figures poligonals connexes en general. La metodologia habitual consisteix a dividir la superfície en triangles, calcular després l'àrea individual de cadascun d'ells i, finalment, fer la suma d'aquests valors. Però, si analitzem llibres de text del segle XIX hi trobarem altres maneres de determinar l'àrea de polígons, especialment en aquells textos que dediquen alguns capítols a la topografia (tema, per altra banda, oficial en els programes de geometria superior del segle XIX). A la majoria dels casos també es proposa la partició del polígon en altres de més senzills, però les tècniques són diverses, depenen de la forma, mida o accessibilitat a l'interior de la figura.

Si ens allunyen més en el temps, la metodologia canvia, es torna més netament geomètrica. Predominen les tècniques de quadratura, és a dir, la conversió de la figura inicial en un quadrat d'igual àrea. En aquests casos el que s'ofereix és un conjunt de situacions particulars amb la seva resolució també particular, moltes vegades enginyosa, però complexa i difícil d'aplicar a l'aula. D'aquí l'interès que presenta un antic text del segle XVII, escrit per un artesà sevillà de la construcció, anomenat López de Arenas, que anava adreçat als seus companys d'ofici, normalment analfabets i amb pocs coneixements aritmètics, però que, per les seves necessitats professionals havien de calcular superfícies de solars i terrenys (LÓPEZ DE ARENAS, 1633). En aquesta petita obra, l'autor desenvolupa una metodologia de caràcter mixta entre la descomposició i la quadratura, molt fàcil de comprendre i d'aplicar a totes les figures poligonals. A més a més, aquesta tècnica, de la mateixa manera que les de descomposició comentades, permet el tractament informàtic i, amb programes com ara el CABRI-2, és possible combinar eficaçment la manipulació geomètrica amb els recursos moderns que simplifiquen les feines laborioses d'aquests antics procediments (NÚÑEZ, SERVAT, 1998).

5. Bibliografia

BOLTYANSKI, V. G. (1973), *Figuras equivalentes y equidescomponibles*, Méjico, Limusa.
GÓMEZ, B. (1988), *Numeración y cálculo*, Madrid, Síntesis.
LÓPEZ DE ARENAS, D. (1633), *Breve compendio de la carpinteria de lo blanco, y tratado*

de alarifes, con la conclusión de la regla de Nicolas Tartaglia y otras cosas tocantes a la geometria y puntas del compas, Sevilla, Luis de Estupiñán.

NÚÑEZ, J. M.; SERVAT, J. (1993a), «Els llibres de text de matemàtiques en llengua catalana durant el període 1899-1938», *Temps d'Educació,* núm. 9, pàgs. 249-286.

NÚÑEZ, J. M.; SERVAT, J. (1993b), «Los algoritmos para el cálculo de la raíz cuadrada y sus antecedentes en textos escolares antiguos», *Enseñanza de las Ciencias, 11* (1), pàgs. 69-77.

NÚÑEZ, J. M.; SERVAT, J. (1998), «Los recursos históricos en la educación matemática: el Tratado de Alarifes de Diego López de Arenas», *Educación Matemática, 10,* (2), pàgs. 121-132.

SERVAT, J.; NÚÑEZ, J. M. (1997), «La equidescomposición de figuras geométricas como metodología didáctica en la enseñanza de la geometría», *Elementos de Matemática, XI,* núm. 44, pàgs. 5-16; *XII,* núm. 45, pàgs. 5-16.

VILARET, E. (1930), *El matemático moderno*, Barcelona, B. Bauzá.

VIVES, C. (1899), *Aritmetica teórich-práctica*, Barcelona, Estampa de'n Pere Torrella.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 135-142

L'ENSENYAMENT DE LA HISTÒRIA DE LA TECNOLOGIA EN EL BATXILLERAT

F. Xavier Pardo; Joaquín de la Gándara; Joan Sanromà
IES Lluís Vives. Sants, Barcelona.

La feina sobre la qual donem notícia no tracta de la didàctica de casos històrics relacionats amb la ciència, sinó de coses i fets que han passat relacionats amb la ciència aplicada, més aviat, doncs, amb la tècnica. Assumptes o coses que, tenint vincles amb la història de la tecnologia, són historiades per l'alumnat i pel professorat que fa de tutor. No és, per exemple, l'ús –com a pretext– de les lleis (o la seva epistemologia) de Newton o d'Ohm, amb un objectiu didàtic. És la modesta confecció d'historiografies, que contribueixin a conèixer el que s'entén per la introducció de la modernització tecnològica al llarg dels segles XIX i XX, i sempre a escala local de l'antic poble de Sants (Barcelona), on treballen els sotasignats com a professors.

Es tracta, doncs, d'un programa de recerca sobre els aspectes menys coneguts del pas del poble agrícola de Sants al barceloní Sants industrial. Recerca tutoritzada que, tot i sent juvenil, pretén la presentació pública dels resultats sota les exigències mínimes que són pròpies d'aquests tipus de treballs, és a dir, han de ser rellevants, inèdits i originals.

Com a «jaciments» i objectes de recerca considerem els següents: llocs productius (fàbriques o tallers); construccions (barris industrials, habitatges obrers, etc.); xarxes tècniques (tramvies i ferrocarrils, clavegueram, abastament d'aigua, gas, electricitat i telèfon); ensenyament i difusió científicotècnica (ateneus, escoles professionals, equipaments culturals, revistes i butlletins de difusió); serveis (mercats, cooperatives obreres, laboratoris i equipaments sanitaris).

Són objectes fonamentals del nostre interès, doncs, les restes materials, els vestigis. En cas, però, d'inexistència d'aquests, es recorre, exclusivament, a fons de documentació i a fonts escrites, cosa que fa que metodològicament siguin, sovint, treballs de recerca basats en fons d'arxiu i fonts bibliogràfiques i repertoris de referència bàsica.

A hores d'ara, i després de tres cursos acadèmics de posada en marxa del programa al nostre institut, vint-i-set alumnes de BUP i tres professors tutors ja han enllestit sis treballs dignes de fer-se públics, i per tant de ser comentats.

El programa d'estudi i recerca

A Sants, en les tasques pràctiques que ens ocupen en relació amb el títol d'aquesta comunicació, veiem com ens determina i marca de manera hegemònica el període de la industrialització, que en aquesta localitat s'estengué profusament des del final de la primera

meitat del segle XIX fins al tombant de l'últim terç del segle XX. Aquest període ha deixat un conjunt patrimonial de restes materials i documentals, amb un valor altament testimonial del procés de canvi del Sants agrícola al Sants industrial.

Dit això, aquests són, des del punt de vista historiogràfic, els àmbits o objectes («jaciments» si prefereixen una expressió arqueològica) que considerem, per ara, objecte de recerca:

- Llocs productius: fàbriques o tallers, preferentment aquelles o aquells que configuren la molt interessant i menys conreada «(...) cara oculta de la industrialització» (Jordi NADAL, 1995).
- Construccions: barris industrials, habitatges obrers, refugis, etc., tot partint del propòsit que qualsevol treball sobre el període de la industrialització amb voluntat de ser, diguem-ne, d'arqueologia industrial, serà, poc o molt, l'estudi de «(...) l'antropologia històrica de les societats industrials» (Aldo CASTELLANO, 1982).
- Xarxes tècniques: clavegueram, abastament i distribució d'aigua, gas, electricitat, telèfon, etc, perquè encara tenim suficient respecte als nostres clàssics com perquè sustentem i inspirem l'alumnat que «(...) explicar les societats sense les seves aplicacions tècniques és com amuntegar núvols inútils i obscurs» (Marc BLOCH, 1938).
- Ensenyament i difusió científicotècnica: ateneus, escoles professionals, instituts, equipaments culturals, grups i associacions, revistes, butlletins, etc., perquè sostenim la necessitat social de divulgar els principis racionals de la modernitat, i en conseqüència considerem cabdal rastrejar, a escala local, les ziga-zagues que ens ajudin a captar –per poder presentar-ho a l'alumnat com un valor–, l'esdevenir històric a Sants de «(...) l'aplicació de la raó i de la tecnociència per sustentar una concepció del món, per entendre l'univers, i per resoldre els problemes humans» (Free INQUIRY, 1996).
- Serveis i transports: cooperatives obreres, laboratoris, equipaments sanitaris, mercats, tramvies, ferrocarrils, etc., que sorgiren perquè calia adaptar l'antic poble de Sants a les exigències de la industrialització i de la lenta terciarització funcional a la Barcelona que l'agregà el 1897, atès que «(...) nuestras ciudades y pueblos no son de la generación presente» (Ildefons CERDÀ, 1859).

Relació d'arxius i de l'ús de les fonts més utilitzades

A més de fonts bibliogràfiques de referència general prou conegudes per vostès com a vademècum estàndard d'història de la tecnologia, i d'història urbana, econòmica, local i industrial –que indiquem en la bibliografia del final– és obligat el recurs a les fonts primàries que ens proporcionen la carcassa historiogràfica.

No defugim, però, de l'ús de les fonts materials en els nostres treballs. El que passa és que no acostumen a haver-hi restes, i que quan n'hi ha ja han estat investigades. Però com que petita o precària no deixa de ser recerca, gairebé sempre ens aboquem a les fonts primàries d'arxiu: documents administratius; llibres d'actes; documents estadístics; mapes i plànols; premsa escrita; cartells i fotografies; projectes tècnics, i llibres de caixa i de comptabili-

tat empresarial. De manera que fonts materials, escrites i iconogràfiques presideixen l'orientació metodològica, alhora que la didàctica. I arribat el cas de la seva necessitat, no n'exclouríem d'altres, com ara les fonts orals atesa la seva viabilitat, tot considerant la realitat del centre docent on treballem immers en la localitat.

I pel que fa als fons on poder trobar fonts, assenyalarem que quan en els treballs de recerca ha calgut orientar-se cap a repertoris generals o particulars sobre història de la ciència i de la tècnica, o cap a repertoris científics de referència i catàlegs industrials vuitcentistes, ha estat de gran utilitat per al nostre alumnat el buscar i consultar personalment en les instal·lacions del Fons Antic de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.

Quan ha calgut cercar documents administratius per conèixer aspectes de les relacions entre l'administració i ciutadans particulars o indústries del Sants vuitcentista, ens hem adreçat a l'Arxiu Municipal del Districte de Sants-Montjuïc. Els fons documentals de l'antic poble de Sants, els llibres d'actes de les sessions del seu Ajuntament fins el 1897, els fons sobre les indústries i les institucions, el fons gràfic i cartogràfic, i la seva biblioteca auxiliar, han estat a disposició del nostre alumnat sempre que ha calgut.

El dipòsit de prearxivatge de l'Arxiu Municipal Administratiu de Barcelona ubicat al Poble Nou, ens ha estat, també, de gran utilitat pel que fa a la consulta de les seccions de Transports i Circulació, i d'Urbanisme i Obres, així com de les sèries d'arxiu de les llicències industrials.

I els escassos arxius d'empreses que resulten accessibles (i dels quals en fem referència en el següent apartat), ens han proporcionat molta i valuosa informació i documentació.

Descripció dels treballs fets entre els anys 1995 i 1998, i sobre la seva metodologia

Amb cinc equips reduïts de joves que cursaven el BUP, d'edats compreses entre els 15 i els 17 anys, i tutoritzats pels ponents, s'han enllestit les següents recerques:

Centenari (1896-1996) del conflicte del gas: Quan Sants es quedà a les fosques

Aquest fou un treball de recerca historiogràfica realitzat per alumnat de 2n de BUP (Esther Martín, Laura Roig, Daniel Sánchez, i M. Emilia Sans). Versà sobre la introducció del «gas ciutat» a Sants per a l'enllumenat de carrers, en un llarg procés que ocupà l'últim terç del segle XIX, i que tingué com a punt culminant un conflicte social: els avalots, al gener de 1896, en què la població de Sants protestava per manca d'il·luminació als carrers a causa del tall en el subministrament de gas ordenat per la companyia que el produïa. Es pogué documentar que el motiu se centrava en un aspecte econòmic entre l'Ajuntament de Sants i la «Societat Catalana para el alumbrado por Gas», perquè aquell acumulava, des de feia anys, factures impagades de subministrament de gas.

A l'Arxiu Municipal del Districte de Sants-Montjuïc es treballà en els llibres d'actes de l'Ajuntament de Sants, i es localitzà una valuosa publicació amb un detallat «pliego de condiciones», on la corporació santsenca puntualitzava i regulava, exhaustivament, les normes que havien de seguir les companyies que volien concursar per subministrat gas a Sants; i

a l'Arxiu Històric de Gas Natural SDG, es localitzaren lligalls específics sobre l'assumpte, amb abundant correspondència original entre les parts, així com planimetria de la xarxa vuitcentista de distribució del gas produït, llavors, per escalfament de carbó.

Admetent que l'ús de gas d'hulla per enllumenat públic és un aspecte de la modernització de pobles i ciutats europees de la segona meitat del segle XIX, cal concloure que, malgrat la proximitat de Sants a Barcelona, l'esmentat fluid trigà molt en arribar a Sants, atès que ho feu trenta-sis anys més tard (el 1878) respecte de la gran metròpoli. I en relació amb la comparació de les respectives estructures corporatives i financeres dels actuants, la principal conclusió que extraguérem dels papers desvellats, fou que hi havia una forta contradicció de mentalitat i de maneres d'actuar entre l'Ajuntament de Sants i una empresa moderna, considerada aquesta pràcticament forastera.

I ens sorprengué, també, trobar documentació que demostrava que per resoldre el problema dels impagats, l'Ajuntament de Sants hagué d'acudir al procediment financer d'emissió de Deute Municipal.

Arsenal Civil: Quan a la Marina de Sants es construïen i avaraven vaixells (1887-1892)

Treball sobre un aspecte poc conegut d'una fàbrica vuitcentista que, sovint s'oblida en les relacions que es fan d'antigues indústries santsenques. Parlem de la fàbrica anomenada «Arsenal Civil» que, per a construccions navals, producció de vaixells i metal·lúrgia en general, s'instal·là el 1887 a la Marina, que, aleshores, s'incloïa dins del terme del municipi de Sants.

Com tot d'una explicarem, l'empresa santsenca «Arsenal Civil» és un exemple rellevant de modernització i renovació de les drassanes (que en aquest cas era, en sentit estricte, no militar), que més o menys reeixiren a la fi del segle XIX gràcies als encàrrecs de l'Armada espanyola i sota els auspicis de la llavors tan important «Ley de Construcción de la Escuadra» (RD de gener de 1887).

Paga la pena estendre's en presentar aquest treball, perquè no deixava de ser impactant tenir la possibilitat de vincular el Sants industrial vuitcentista amb la construcció de vaixells de ferro i de guerra, a banda que també interessava rastrejar l'assumpte –conegut per mitjà de fonts secundàries– del que havia estat la concreta fabricació i avarament –a la mateixa platja de la Marina («Can Tunis»)–, de dos dels tres vaixells canoners («El Cuervo» i «El Cóndor»), que entre el 1888 i el 1889 s'enllestiren a l'«Arsenal» per a l'Armada espanyola.

Partint de les fonts secundàries i de les primàries trobades, en la memòria que s'enllestí es recorregué la fulgurant trajectòria d'aquesta empresa, presentant-la com un exemple santsenc del que havia estat la indústria naval barcelonina dedicada a fabricar bucs de ferro; i en aquest sentit, ens apareixia com a prou desconeguda en les fonts secundàries la descripció pormenoritzada de les canoneres «El Cuervo» i «El Cóndor», la qual cosa s'assolí amb la recerca. Volem assenyalar que es treballà sobre sengles fonts documentals primàries i secundàries localitzades a l'Arxiu del Museu Marítim de Barcelona i a l'Arxiu Municipal del Districte de Sants-Montjuïc. És el cas del projecte tècnic de 1886 per instal·lar l'«Arsenal Civil», que acabava amb una llarga nota final atribuïble al mateix promotor i propietari, l'enginyer civil belga Alexandre Wohlguemuth; el dels plànols de situació del que havien de ser les enormes drassanes i la colònia industrial que calia ubicar a la platja i a la Marina de Sants; la

descripció tècnica dels vaixells referenciats als volums corresponents de l'època de la «Revista General de la Marina»; i es treballà sobre el lligall específic amb plànols i documents administratius generats entre l'Ajuntament de Sants i l'«Arsenal Civil».

L'equip de treball el formà alumnat de 2n de BUP (Omar Addallah, Joan I. Martínez, Víctor Rodríguez i Inés Rodríguez).

Hipomòbils en el procés d'agregació dels pobles del pla: Estudi historiogràfic dels «tramvies» de Barcelona a Sants (1871-1887)

Aquesta recerca rastrejà el desplegament de la primera xarxa de tramvies de cavalls que connectà Sants amb Barcelona i Sant Andreu de Palomar.

Aquesta comunicació entre els tres municipis es projectà ja l'any 1871, i no s'inaugurà fins el 1875. Fou, cronològicament, la segona línia de tramvies del pla barcelonès, vertebrant-lo transversalment, perquè la primera cal recordar que enllaçava les Rambles amb el poble de Gràcia.

Ens apropàrem, doncs, al naixement d'una xarxa que precedia l'agregació formal del poble de Sants a Barcelona que, com és sabut, es produiria el 1897.

Amb la lògica absència de vestigis, tramvies de cavalls i les seves infraestructures, i atesa la poca informació que s'obtingué a l'Arxiu de Transports Metropolitans de Barcelona (aleshores amb els seus fons històrics encara per classificar), ens dirigírem al dipòsit de prearxivatge de l'Arxiu Municipal Administratiu de Barcelona, on la recerca reeixí en trobar-se lligalls específics i directes amb informació molt rellevant. Externament ens interessaren, també, les activitats empresarials del promotor, contractista i alhora constructor d'aquesta línia de tramvies, l'industrial metal·lúrgic n'Àlex Soujol, com es veurà més endavant.

La recopilació de la documentació administrativa i tècnica que es tragué a la llum, s'acabava, precisament, amb la reproducció d'uns oficis del secretari de l'Ajuntament de Sants que feien referència a un expedient tècnic i a un acord de la corporació municipal santsenca per electrificar els tramvies, reflectit al llibre d'actes del consistori.

Acta de 24 de desembre de 1896 i oficis del mateix dia i del 16 de febrer de 1897, que desvetllaven importants decisions tecnicoadministratives amb el propòsit d'electrificar els tramvies. A pocs mesos, doncs, de l'agregació de Sants a Barcelona en compliment del «Real Decreto de Agregación» del 20 d'abril de 1897; per tant, a les portes del traspàs de competències a un llunyà ajuntament barceloní, que no desplegà ni regulà l'esmentada electrificació dels tramvies de Barcelona a Sants fins el setembre de 1904.

Amb l'anàlisi de la documentació sobre la qual es treballà, es posà en evidència un determinat comportament empresarial. Una necessitat objectiva de modernització d'una comunicació interurbana, calia que recaigués en un operador públic o privat, i en aquest cas fou l'empresari Àlex Soujol. El treball permeté albirar una estratègia empresarial amb vells documents a les mans: es creava una companyia («Tran-vías de Barcelona a Sans y Barcelona a San Andrés»); es demanava el permís d'establiment de les línies al «Ministerio de Gobernación», que atorgà una concessió administrativa el 31 de juliol de 1872; es realitzaven les obres de construcció de les línies i les infraestructura bàsiques amb materials que es compraven a l'empresa de canalitzacions i conduccions ferricometàl·liques del Paral·lel barcelonès, propietat, precisament, del mateix Soujol; aquest promovia gestions al davant dels municipis

afectats brandint un permís de la «superioridad», tot signant alguns impagables oficis de reclamació i execució (vegeu-ho per exemple, un de 14/8/1873) sota emotius «¡Salud y República Democràtica y Federal!»; i després d'haver afegit durant uns anys valor i augmentat l'escala de l'empresa creant la «Compañía Anónima de Tran-vías y ferrocarriles Económicos», els germans Soujol i els seus successors, el 1891 ja no es dedicaven al negoci dels tramvies, havent acabat per vendre tot l'actiu a una empresa més específica i de major grandària que, passant pels «Tranways de Barcelona» i per la «Societé Financière de Transports» (SOFINA), confluirien en el monopoli tramviaire controlat per «la Canadenca».

Els membres de l'equip de treball foren alumnes de 2n de BUP (Bernat Costa, Xavier Franco, Sílvia Marín, Yolanda Otero, Pau Roldán).

Aigua potable a Sants: Estudi historiogràfic de quan començà a ser corrent (1876-1886)

L'estudi que amb aquest títol abordaren alumnes de 3r de BUP (Raül Caballero, Pablo Gayoso, Laura Roig i Daniel Sánchez), versava sobre una de les empreses pioneres en l'abastiment modernitzat d'aigua potable als nuclis urbans del pla de Barcelona, «La Compañía de aguas potables de Sants». Contàrem per començar a treballar amb importants fonts documentals primàries i secundàries trobades en l'Arxiu Municipal del Districte de Sants-Montjuïc, així com amb l'excel·lent arxiu de la Societat General d'Aigües de Barcelona (en endavant SGAB).

Es féu un recorregut per la breu història de l'empresa santsenca, poc coneguda, «La Compañía de aguas potables de Sants», des dels seus inicis l'any 1878 (que és quan començaren les prospeccions i les obres en un terreny situat a la vessant sud de Montjuïc), fins al 1886 que és quan és comprada per la SGAB que, fundada a París, només tenia dos anys de desplegament empresarial pel pla de Barcelona.

El treball aportà algunes dades per entendre el procés de modernització que va seguir el municipi de Sants en el darrer terç del segle passat fins a l'agregació a Barcelona el 1897: la instal·lació d'indústries tèxtils, l'augment corresponent del nombre d'habitants, l'existència d'un nucli de població benestant i la necessitat de l'Ajuntament de Sants d'oferir uns serveis mínims als seus ciutadans, varen disparar la demanda d'aigua potable pel consum, que fou satisfeta per diferents companyies. El desenvolupament de la xarxa moderna de canalització d'aigua a Sants, va ser paral·lel, doncs, al creixement urbà, de manera que les conduccions seguien els camins o carreteres principals i confluïen en les zones on se situaven els vapors i l'estació del ferrocarril, que corresponien a les zones on era més nombrosa la població.

Les fonts primàries emprades al principi per intentar respondre les preguntes més bàsiques (quan començà a ser corrent i potable l'aigua a Sants?, com era l'abastiment d'aigua quan no era corrent?, la potabilització, s'havia fet des de quan?), feren palesa la importància del mercat d'aigua que necessitava –a la dècada dels setanta del segle passat– la ciutat de Barcelona i els pobles del pla, tant pel seu desenvolupament com per les limitacions de l'abastament municipal, basat, fluvialment, en les aigües de Montcada.

Apareixia com a molt lògica la creació, aleshores, de companyies que portessin aigua, bé del Besòs, bé del Llobregat. En el nostre cas, però, veiem, per mitjà de la recerca, com sorgien algunes companyies petites que aprofitaven aqüífers del subsòl del pla o de Montjuïc. «La Compañía de aguas potables de Sants» era d'aquestes, tot i que tingué una curta vida, tant per les limitacions de la quantitat d'aigua de l'aqüífer de Montjuïc (perfectament ubicat en el

treball amb la planimetria original localitzada), com per les dificultats en competir amb les empreses més poderoses, una de les quals, la SGAB, l'absorbiria aviat, tot aprofitant la primitiva xarxa de subministrament establerta. Fets aquests que se'ns representaven com a importants en l'estratègia de l'empresa SGAB, a fi i efecte d'estendre's cap els pobles del sud de Barcelona i cap el riu Llobregat, una vegada consolidada la seva posició en la zona de Dosrius (Maresme) i del Besòs, on s'havien implantat originalment.

Quan a Sants tot era bufar i fer ampolles: «La Societat Cooperativa Agrupació Vidriera» (1933-1995)

Aquesta fou una petita recerca historiogràfica sobre el desplegament de les activitats d'una fàbrica d'objectes de vidre bufat, que, en règim cooperativista, estava establerta al carrer Gayarre de Sants, entre els anys 1933 i 1995. L'estudi es desenvolupà, doncs, des de la seva inauguració fins al seu declivi per obsolescència tecnològica i pel fet d'estar instal·lada, inadequadament, en la nova trama urbana de Sants; i el portaren a terme Ferran Esteve, Mireia Gustems, Núria Lauco, Sandra Monleón, i Daniel Sánchez. En absència de vestigis arquitectònics, el coneixement de la fàbrica es basà en la recerca arxivística, l'anàlisi de documents i la tria reprogràfica. En canvi, si que pogué disposar de productes fabricats per aquesta vidriera santsenca, així com d'informacions orals comunicades per antics treballadors; en aquest sentit, la fotografia i la gravació de cintes d'àudio constituïren mètodes essencials de recerca d'informació.

Finalment, es conclogué que «La Societat Cooperativa Agrupación Vidriera» havia mantingut, fins l'acabament de la seva activitat productiva, la fabricació d'objectes de vidre bufat, administrant-se sempre en règim de cooperativa. La seva irregular ubicació urbana a les acaballes del segle XX i, potser, un enfocament anacrònic de la gestió cooperativista, semblaven els aspectes més rellevants en el moment d'assenyalar els perquès del seu final.

Bibliografia de referència general

ABELLÓ, Teresa i altres (1995), «El segle XX. De les annexions a la fi de la guerra civil» (vol. VII). A: *Història de Barcelona* (1991-1995, 7 volums). Barcelona: Enciclopèdia Catalana i Ajuntament de Barcelona.

BAÑOS, Julio (1993), *Can Tunis, l'ocàs d'un barri*. Barcelona: Departament de Benestar Social de la Generalitat de Catalunya.

BARDAVIO, Antoni i altres (1996), *Les fonts en les ciències socials. Instruments per a l'estudi de les societats*. Barcelona: Editorial Graó.

BAQUÉ, Dolors i altres (1997), «Els vapors de Sants», *Quaderns de l'Arxiu*, núm. 3 (Arxiu Municipal del Districte de Sants-Montjuïc), Ajuntament de Barcelona.

BOU, Lluís M. I altres (1998), «Sants-Montjuïc, Les Corts, Sarrià-Sant Gervasi», (vol. II). A: *Els Barris de Barcelona* (1997-1998, 4 volums, en curs de publicació) Barcelona: Enciclopèdia Catalana i Ajuntament de Barcelona.

CABANA, Francesc (1992 a 1994), Fàbriques i empresaris. *Els protagonistes de la Revolució Industrial a Catalunya* (4 volums). Barcelona: Enciclopèdia Catalana.

CARRERAS, Carles (1980), *Sants. Anàlisi del procés de producció de l'espai urbà de Barcelona.* Barcelona: Editorial Serpa.
CARRERAS, Francesc (1915, aprox.), «La ciutat de Barcelona». A: *Geografia General de Catalunya* (vol. V). Barcelona: Editorial A. Martín.
Conèixer el Districte de Sants-Montjuïc (1993-1998, 9 volums, en curs de publicació), Barcelona, Districte de Sants-Montjuïc i Ajuntament de Barcelona.
DFERY, T. K. i Trevor I. WILLIAMS (1977-1987, 5 volums), *Historia de la tecnología.* Madrid: Siglo veintiuno de España, Editores S.A.
DOLTRA, Xavier i CARTAÑÀ, Anselm (1992), «Guia-Inventari de l'Arxiu Municipal del Districte de Sants-Montjuïc» (vol. II). A: Col·lecció de Quaderns de l'Arxiu.
FABRE, Jaume i HUERTAS Josep M. (1980), «SANTS: un bressol del moviment obrer». A: *Tots els barris de Barcelona* (vol.II), Edicions 62, pàg. 145-195.
GALERA, Montserrat i altres (1982), *Atlas de Barcelona. Segles XVI-XX.* Barcelona: Col·legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya.
NADAL, Francesc (1985), «Burgueses contra municipalismo. La configuración de la Gran Barcelona y las anexiones de municipios (1874-1904» *Geo Crítica*, núm. 59-60 (Cátedra de Geografía Humana, Universidad de Barcelona), pàgs. 1-99.
NADAL, Jordi i altres (1985), *Catalunya, la fàbrica d'Espanya*, Ajuntament de Barcelona.
NADAL, Jordi (1986), *El fracaso de la Revolución Industrial en España*, 1814-1913. Barcelona: Ariel Historia.
NADAL, Jordi (1992), *Moler, tejer y fundir.* Barcelona: Ariel Historia
NADAL, Jordi i altres (1991-1994, 6 volums): *Història econòmica de la Catalunya contemporània.* Barcelona: Enciclopedia Catalana.
ROCA, Estanislau (1994), *Montjuïc.* Barcelona, FOCSA.
VILA, Pau i CASSASSAS, Lluís (1974), *Barcelona i la seva rodalia al llarg del temps.* Barcelona: Ed. Aedos.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 143-148

POSSIBILITAT I CONVENIÈNCIA D'UNA APROXIMACIÓ HISTÒRICA A L'ENSENYAMENT DEL CÀLCUL VECTORIAL

Josep Manel Parra Serra
Departament de Física Fonamental (UB) i Laboratori de Física Matemàtica (IEC)

Paraules clau: *Nombres complexos, vectors, Clifford, Grassmann, Hamilton.*

About the possibility and opportunity of an historical approach to the teaching of vector calculus

Summary: *A full series of short excerpts from historical works is proposed as an effective tool for the design and actual teaching of vector calculus at a high school level. Physical and mathematical backgrounds are both improved and correlated.*

Key words: *Complex numbers, vectors, Clifford, Grassmann, Hamilton.*

Introducció

La superació dels reptes plantejats per l'actual reforma dels ensenyaments requereix una atenció especial a la selecció dels continguts i als mitjans idonis per a la seva transmissió. En passar al «tercer nivell de concreció» ens trobem davant de qüestions que no queden resoltes, ni tan sols adequadament plantejades, en els nivells de desplegament curricular normatiu. Qüestions rellevants pel que fa a la possibilitat d'oferir una educació científica de qualitat per al conjunt de la població.

Pretenem mostrar com, a partir d'una adequada selecció de textos científics, i del tractament d'algunes qüestions i problemes escollits, l'estudi del càlcul vectorial, realitzat en estreta connexió amb l'espai euclidià clàssic i l'espai-temps de la relativitat, pot esdevenir un d'aquests temes multidisciplinars o transversals que, com la conservació de l'energia, permet superar els estrets límits de l'especialisme i oferir una visió global del que és i suposa l'activitat científica. En la selecció de textos històrics que es proposen, en gran part continguts ja en PARRA (1993 i 1998), hi figuren tan sols els fragments que considerem imprescindibles perquè el professor es faci una idea clara de l'abast i natura del projecte i, si s'escau, propiciar la discussió sobre la seva realització pràctica. D'altra banda, a classe, procedirem a la lectura comentada de porcions més extenses, sempre dins el límit que imposa una fàcil intel·ligibilitat. Més enllà d'aquesta lectura i anàlisi dels fragments escollits, s'obren els horitzons sense límits propis de la recerca, sigui de tipus històric (CROWE, 1985) o estrictament científic. En resum, es tracta d'aplicar en aquest camp de tanta importància per a la matemàtica i la física,

les idees exposades per Clifford Truesdell (1968): «I know young men who have read the works of Gibbs and Kelvin and Stokes and Cauchy, even of Euler and Newton, neither so as to decorate a paper of their own by an early reference nor to write a history, but in search of understanding and method, revealed by the speach of giants, untranslated by pygmies».

El nostre plantejament, per bé que contextualitzat com a matèria opcional o com a treball de recerca, s'oposa a les orientacions didàctiques «oficials» que no troben justificable introduir el producte vectorial a les matemàtiques del nou Batxillerat. Aquest fet fa que considerem necessària una breu defensa de la nostra posició en relació amb la didàctica de les matemàtiques. Bertrand Russell, en el pròleg al llibre de Clifford (1955: pàgs. vii-viii), planteja dues greus acusacions, a les quals cal fer front a l'hora d'establir el currículum: «... hi ha gent que no té cap desig d'entendre les matèries que tracta. Però crec que aquests podrien ser molts menys que els que un mal ensenyament ens fa creure que són. Els alumnes que no tenen una inusualment forta inclinació natural envers les matemàtiques són conduïts a odiar-les per dues mancances per part dels seus mestres. El primer és que la matemàtica no és exhibida com la base de tot el nostre coneixement científic, tant del teòric com del pràctic: a l'alumne no se li mostra de manera convincent que el que podem comprendre del món, i el que podem fer amb màquines, ho podem comprendre i fer en virtut de les matemàtiques. El segon defecte és que les dificultats ho són afrontades de manera gradual, com caldria, i no són minimitzades connectant-les amb uns principis centrals fàcilment aprehensibles, de manera que l'edifici de les matemàtiques es mostra a l'alumne com una col·lecció de barraques separades més que com un únic temple que comprèn un pla unitari».

Suposant que no sigui massa tard per aconseguir que els nostres alumnes de batxillerat descobreixin l'íntima connexió entre les matemàtiques i la imatge científica de l'univers que ens envolta, proposem una sèrie de lectures que mostren què hi ha darrere de la típica afirmació segons la qual hi ha dos tipus de magnituds físiques: escalars i vectors.

Lectures per a la motivació

Iniciarem el tema amb una lectura d'alguns paràgrafs de les cartes de Leibniz a Huygens, que posen de manifest com Leibniz considera necessària la creació d'una nova anàlisi matemàtica que permeti expressar directament, amb lletres, les magnituds i operacions geomètriques i físiques que involucren les relacions espacials. Per a Leibniz és clar que l'àlgebra, i fins i tot la geometria analítica cartesiana, tan sols tracten analíticament amb magnituds numèriques (PARRA, 1993: pàgs. 362-363).

Aquesta lectura de Leibniz pot anar seguida de la lectura d'alguna de les pàgines de la introducció al *Treatise on Electricity and Magnetism* on, motivat per les necessitats de representació i anàlisi dels fenòmens electromagnètics, Maxwell planteja la necessitat (i prioritat) de l'estudi i classificació d'aquestes magnituds orientades i es reafirma en una crítica ponderada de la geometria analítica cartesiana que encara avui és el paradigma dominant a l'ensenyament secundari (PARRA, 1993: pàg. 366).

Continuarem amb un fragment de les consideracions que el mateix Maxwell (1997) adreçà el 1870 a les seccions de Física i Matemàtica de la *British Association*. En elles exposa magistralment les relacions entre les matemàtiques i la física o, més exactament, la necessària complementarietat que en l'educació científica s'ha de procurar mantenir entre les

concepcions científiques de matemàtics i físics. En particular, i com a objecció anticipada en més d'un segle a les poc raonades directrius del nou Batxillerat, insisteix en la rellevància del càlcul vectorial. Aquest és una eina valuosa tant per donar una resposta adequada a les dues crítiques de Russell com per assolir un dels objectius programàtics de la reforma: «... poderosíssim mètode de comunicar veritable coneixement científic a persones aparentment mancades d'esperit calculístic» (PARRA, 1998: pàgs. 623-624).

Amb les lectures anteriors, de dos veritables «gegants del pensament i de la ciència» cobrirem raonablement l'etapa romàntica o de motivació tan ben caracteritzada per A. N. Whitehead (1957), i que està destinada a proporcionar les «actituds i valors» que faran possible l'aprenentatge. Quin és el millor moment per procedir a aquestes lectures? En tot cas, no més tard del primer curs de batxillerat i abans de començar a treballar «tècnicament» amb els vectors.

Lectures per a conèixer a fons

Per a la segona etapa que Whitehead caracteritza com a tècnica, i en la qual s'han de proporcionar els «continguts i procediments», també podem fer un ús extensiu de la història. Presentem, doncs, diverses unitats amb els continguts, procediments i seleccions històriques que creiem més apropiades per a l'ensenyament del càlcul vectorial.

1. La construcció de l'espai vectorial de les translacions en el pla a partir d'una base cartesiana ortonormal. L'àlgebra geomètrica del pla. Els nombres complexos i la seva comprensió com a subàlgebra parella. Significat empíric de les diverses operacions de rotació-dilatació. Lectures de Hamilton, Argand i Wessel (GÁMEZ, 1999).

2. Transformacions geomètriques del pla: les rotacions i les simetries. Lectura d'algun passatge del *Programa d'Erlangen* de Félix Klein (1974) on es caracteritza una geometria pel seu grup de moviments, o una transcripció simplificada que posi èmfasi en aquest aspecte transformacional-operatiu. En tot cas, limitat a la geometria mètrica.

3. (2n curs, possiblement) L'àlgebra geomètrica de l'espai i els quaternions com a subàlgebra parella i com a cos numèric que estén els complexos. Amb suport experimental (n'hi ha prou amb uns daus de parxís i un mirall) realitzarem el producte de rotacions, introduirem els angles d'Euler, les simetries especulars i el concepte d'orientació. Pel seu caràcter de síntesi final, l'article de Clifford (PARRA, 1993: pàgs. 368-370) ocuparà una part essencial de l'exposició, posant especial èmfasi en la necessitat de distingir entre magnituds vectorials (posició, velocitat, força) i magnituds bivectorials (moment angular, camp magnètic). Sobre la rellevància científica del tema i la situació a finals del segle passat ens informa Heaviside (PARRA, 1993: pàgs. 361,371).

4. (Matèria optativa de centre, preferiblement interdisciplinar física-matemàtiques) La noció de camp vectorial; l'operador nabla; potencials i forces; tipus i exemples de camps vectorials (irrotacionals, solenoidals). Resulta raonable assolir, com a objectiu terminal, el càlcul dels potencials i dels camps elèctrics i gravitatoris deguts a distribucions puntuals de masses i càrregues situades en posicions fixes a l'espai.

Completarem el treball tècnic amb el càlcul de diferents casos seleccionats, que il·lustrin els conceptes de gradient, divergència i rotacional, amb la lectura d'un fragment de les *Lectures on Quaternions* de Hamilton on mostra que el Laplacià és el quadrat de l'opera-

dor nabla (PARRA, 1993: pàgs. 364-365). I també, per què no, amb la lectura del que més de cent anys després escriurà de l'operador de Laplace, el matemàtic Edward Nelson (1967: pàg. 100): «L'operador de Laplace, en les seves diverses manifestacions, és el més bell i central objecte de tota la matemàtica. La teoria de la probabilitat, la física matemàtica, l'anàlisi de Fourier, les equacions diferencials en derivades parcials, la teoria dels grups de Lie i la geometria diferencial, tots giren en torn d'aquest sol, i la seva llum fins i tot penetra regions tan obscures com la teoria de nombres i la geometria algebraica.» És una font de satisfacció professional que alguns dels nostres alumnes de batxillerat puguin arribar a formular i entendre, en termes tan bàsics com elementals, un objecte matemàtic, un operador diferencial, tan àmpliament utilitzat en la ciència actual.

Lectures per saber i valorar què sabem

5. Un compromís amb la història: reflexió sobre el passat, present i futur del càlcul vectorial.

Tots els temes anteriors constitueixen una mostra d'una matemàtica «de disseny» d'acord amb les indicacions de Leibniz. Una matemàtica que Maxwell s'adonà que era imprescindible per a la nova era electromagnètica. Però la part més substantiva de la creació del llenguatge vectorial correspon a Grassmann, el professor de secundària de Stettin a qui es negà l'accés a la Universitat. Mereixen especial atenció, com a base d' una bona discussió, les consideracions que Grassmann féu el 1844 en el prefaci de la seva *Teoria de l'Extensió* (PARRA, 1998: pàgs. 626-627). Per adonar-nos de la rellevància que per a l'ensenyament de les ciències fisicomatemàtiques del segle XXI tenen l'adequada correcció d'aquests oblits històrics del XIX, pot resultar interessant la lectura d'una part de la *Gibbs Lecture* que Freeman J. Dyson donà el 1972 sota el patrocini de l'AMS. La conferència tractà precisament de les oportunitats perdudes d'un contacte fructífer entre les matemàtiques i la física. Dues de les oportunitats perdudes assenyalades per Dyson fan referència directa al tema que ens ocupa: les equacions de Maxwell i el càlcul vectorial. (PARRA, 1993: pàgs. 373-374). Una més actualitzada apreciació de la importància històrica dels encerts i errors comesos per uns i altres és la de Feza Gürsey (1987), un altre destacat físic teòric, qui, a Sant Feliu de Guíxols digué:

«Un altre desenvolupament fonamental tingué lloc de les mans de Clifford, el geni matemàtic anglès de curta vida (1845-1879) que fou capaç d'aconseguir una síntesi dels treballs de Grassmann i Hamilton, dos mestres a qui admirava, introduint les àlgebres de Clifford. Aquesta nova estructura matemàtica acompleix dos objectius: en primer lloc, fa els quaternions rellevants en dimensions superiors a quatre, anticipant la crítica de Gibbs; en segon lloc, ofereix una construcció explícita dels nombres anticommutatius de Grassmann, de quadrat nul. Ambdós descobriments estaven destinats a tenir un paper clau en la física del segle següent. Clifford tenia una visió profètica del paper de les matemàtiques en la física del futur. Seguint a Riemann, considerava la matèria com una manifestació de la curvatura en una varietat espai-temps i va predir noves aplicacions dels nombres hipercomplexos al món natural.»

6. L espai-temps de quatre dimensions. Les equacions de Maxwell.

A. Pais (1984) proposa explicar als alumnes de secundària algunes de les nocions més elementals de cinemàtica relativista, precisament pel fet que mostren de manera inequívoca com les idees de la nova física van decididament més enllà del sentit comú. L'àlgebra

geomètrica permet una tal introducció. Evitant les complicacions tècniques, ens limitarem a l'etapa *romàntica*, per a la qual alguns fragments històrics de Poincaré, Einstein i Minkowski (1952) estan especialment indicats. Amb aquesta mena de fragments, i després de comprovar com resulta de natural l'extensió del càlcul vectorial de tres dimensions a un univers de quatre dimensions (tres d'espai i una temporal), proposem realitzar càlculs geomètrics senzills entorn de viatges estel·lars (paradoxa dels bessons, temps propi de desintegració de partícules). I fins i tot podem concloure, si s'ha tractat prèviament de l'operador nabla, amb l'escriptura formal de les equacions de Maxwell per a la llum, que prenen la forma excepcionalemnt simple *gradient (bivector electromagnètic) = 0*. Llavors, la lectura de l'altre fragment del ja citat article de Dyson ens permet obrir una discussió molt interessant sobre la pròpia història de la ciència: «Però els matemàtics del segle dinou varen fallar miserablement en no copsar l'oportunitat no menys gran que els oferí Maxwell el 1865. Si haguessin pres les equacions de Maxwell tan seriosament com Euler es prengué les de Newton, haurien descobert, entre d'altres coses, la teoria einsteniana de la relativitat especial. [...] Una gran part de la física i matemàtica del segle XX podia haver estat creada en el segle XIX, senzillament explorant fins al final els conceptes matemàtics als quals condueixen de manera natural les equacions de Maxwell.»

Conclusions

En cadascuna de les unitats les lectures històriques comentades han de facilitar que l'alumne, en contacte directe amb el vigor expositiu i la natura essencialment crítica dels veritables creadors del coneixement científic, valori adequadament el seu aprenentatge. Contribueixen, per tant, a la tercera etapa que tanca cadascuna de les unitats del cicle educatiu de Whitehead, en la qual s'adquireix consciència que se sap més enllà dels detalls dels càlculs, i es prepara la ment per a la generalització i l'inici d'una nova unitat o d'un nou cicle educatiu de més abast. Les unitats 5 i 6 contribueixen especialment a una reflexió d'aquest tipus. Globalment considerat, el tractament de les diverses unitats del càlcul vectorial en la forma indicada proporciona una visió de conjunt sobre una relativament àmplia porció de les matemàtiques, de la física, i de la seva íntima relació (a la manera integradora proposada per Maxwell, Russell i Dyson). A més del seu caràcter formatiu té també un caràcter informatiu-orientatiu per a la tria que els alumnes hauran de fer entre diverses opcions d'estudis científics. Es tracta d'apropar-se, en la mesura que altres condicionaments de l'ensenyament ho facin possible, a l'ideal d'educació crítica arrelada en la història expressat per Van der Waerden (PARRA, 1993: pàg. 360).

Referències

CLIFFORD, W. K. (1878), «Applications of Grassmann's extensive algebra», *Amer. J. Math.* núm. 1, pàgs. 350-358 .
CLIFFORD, W. K. (1955), *The Common Sense of Exact Sciences*, New York, Dover.
CROWE, M. J. (1985), *A History of Vector Analysis*, New York, Dover.
DYSON, F. J. (1972), «Missed Opportunities», *Bull. A. M. S.*, núm. 78, pàgs. 635-652.

GÁMEZ, C.; PARRA, J. M. (2000), «Los números complejos y la génesis del cálculo geométrico en el siglo XIX», en prensa.
GÜRSEY, F. (1987), «Quaternionic and Octonionic Structures in Physics». A: DONCEL, M. G. *et al.* (eds.): *Symmetries in Physics (1600-1980)*, Universitat Autònoma de Barcelona-World Scientific.
KLEIN, F. (1974), *Le programme d'Erlangen*, Paris, Gauthier-Villars.
MAXWELL, J. C. (1997), *Escritos Científicos*, Madrid, CSIC.
MINKOWSKI, H. (1952), «Space and Time». A: *The Principle of Relativity*, New York, Dover.
NELSON, E. (1967), *Tensor Analysis*, Princeton University Press.
PAIS, A. (1984), *El Señor es sutil*, Barcelona, Ariel.
PARRA, J. M. (1993), «W. K. Clifford, 1878. L'anella perduda de l'anàlisi vectorial». A: NAVARRO, V. *et al.* (eds.): *Actes de les II Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (Peníscola, 1992), Sueca, SCHCT.
PARRA, J. M. (1998), «Àlgebra, física i geometria en la creació del càlcul vectorial al segle XIX». A. BLANES, G. *et al.* (eds.): *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (Alcoi, 1996), Barcelona, SCHCT.
SÁNCHEZ RON, J. M. (1985), *El origen y desarrollo de la relatividad*, Madrid, Alianza.
TRUESDELL, C. (1968), *Essays in the History of Mechanics*, Berlín, Springer.
WHITEHEAD, A. N. (1957), *Los Fines de la Educación*, Buenos Aires, Paidós.

ELS INSTRUMENTS CIENTÍFICS
(SESSIÓ PÒSTER)

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 151-153

ELS INSTRUMENTS CIENTÍFICS

Josep Batlló; Àlex Farnós
Escola Universitària de Ciències Empresarials Dr. Manyà. Tortosa; Museu del Montsià. Amposta.

És sabut que els aparells de mesura i experimentació (instruments científics) han tingut i tenen un paper molt important en el desenvolupament experimental, en l'evolució de la ciència i de la tècnica i en la seva docència. Sens dubte es pot afirmar que l'estat actual de la ciència i la tècnica que coneixem seria impensable sense instruments científics.

Els últims anys, a Catalunya s'ha fet un esforç destacat per la conservació i estudi dels aparells i maquinària industrial, molt principalment, gràcies a la formulació i desenvolupament de projectes museístics i, en particular, al treball desenvolupat des del Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (possiblement el futur projecte del Museu Nacional d'Història Natural de Catalunya, proposat per la Junta de Museus de Catalunya, pot constituir també un referent per a l'instrumental científic emprat en la investigació de les ciències de la vida, de la terra o de l'espai). En aquest mateix sentit hem de afegir moltes altres accions puntuals públiques i privades arreu del Països Catalans dirigides en les dos últimes dècades a la valorització del llegat del desenvolupament tècnic i industrial.

Dissortadament, però, no ha succeït el mateix amb els antics instruments científics, els quals conformen un important patrimoni cultural i científic encara per avaluar. La seva situació és força precària donat que no s'han definit línies de treball de cara a la seva catalogació, recuperació, conservació i restauració. Menys encara, es troba per desenvolupar l'estudi sistematitzat de les seves tècniques de construcció i experimentació i la seva introducció en una perspectiva diacrònica que els associe amb les biografies dels seus constructors, dels seus usuaris i innovadors i amb les teories imperants en el moment de la seva construcció, de manera que els relacioni fortament amb el seu context científic i històric i ens permeti l'aprofitament màxim d'aquest patrimoni material per reconstruir la història i la tradició científica de la comunitat que els va crear i que els va utilitzar.

Sabem que el patrimoni instrumental acumulat als Països Catalans no és menyspreable. L'estat de dispersió en que es troba impedeix copsar el seu valor real, tot i que es guarden molts instruments científics encara a diferents universitats, instituts, laboratoris, acadèmies, observatoris, alguns museus, hospitals, farmàcies i altres fons institucionals i particulars diversos. Pensem també que la recuperació d'aquest patrimoni és una tasca que exigeix un treball col·lectiu, rigorós i permanent que ha de partir d'un enfocament transversal i alhora integrador de les accions i de les parts implicades. A la vegada, tant en el seu vessant especulatiu com cultural, és un treball multidisciplinari que ha de superar els límits que sovint divideixen la ciència i la tècnica, la història i la història de la ciència i de la tècnica.

En anteriors trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica unes poques comunicacions s'havien referit a l'estudi dels instruments científics i tractaven sobre diferents propostes relatives a la conservació (només en el cas de les III i IV Trobades tres i dos comunicacions, respectivament). El comitè organitzador de les V Trobades va pensar que era un moment adequat per endegar una sessió específica sobre aquest tema i, a més, es va considerar que l'entorn de l'Observatori de l'Ebre era un lloc especialment adient per tractar-lo. Així doncs, es va fer una crida per tal de rebre comunicacions sobre aquest tema, tant d'instruments avui existents com d'altres desapareguts, com tota classe d'estudis relacionats amb els mateixos i la seva relació amb l'evolució de la ciència i de la tècnica o la seva docència. La convocatòria va tenir una bona acceptació, i en aquestes actes s'apleguen més de 15 articles que tracten el tema proposat i recullen les contribucions que, bé sota el format de pòster o bé com a comunicació, es van presentar en el marc de la Trobada.

A manera d'introducció i model de discussió es va triar com a tema d'una de les conferències convidades de les Trobades un estudi de cas. En concret l'exposició de l'experiència italiana en la recuperació del patrimoni instrumental i documental dels seus estudis sismològics, pioners ja al segle XVIII de l'estudi instrumental dels terratrèmols (Ferrari, aquest volum).

Volíem que la sessió programada esdevingués un primer espai de discussió per parlar de la conservació i recuperació del patrimoni instrumental científic dels Països Catalans i contribuís a definir les estratègies per a poder respondre preguntes elementals, encara no resoltes i que ja s'han formulat a d'altres llocs i a casa nostra en relació a d'altres àmbits patrimonials: Que s'ha de conservar? perquè? com? i qui ha de fer-ho?

La diversitat de l'instrumental, dels centres que el conserven o dels enfocaments que s'exposen en les aportacions realitzades en la Trobada, constitueixen una primera aproximació. En aquest context, en el decurs de la sessió pòster dedicada als instruments científics, es va programar i dur a terme una discussió informal sobre el tema que ens concerneix i la problemàtica que l'envolta. Per part dels participants es van apuntar diferents idees i propostes sobre el tema, i podem resumir com segueix el sentit general de les intervencions:

1. Va ser idea comuna entre els participants que el primer pas que cal fer és inventariar el patrimoni existent. L'elaboració d'un cens de centres i fons que guarden instruments científics, és una primera mesura per assegurar la seva preservació. En relació a la qüestió «que cal conservar» seria bo que en la seva definició i elaboració s'hi pugués trobar ja una contribució i una aposta decidida de l'administració pública per elaborar un inventari de l'instrumental científic, ja que després ella haurà de propiciar les condicions per fer-lo una eina vàlida. És en aquest sentit que a aquest inventari s'hauria de donar la màxima difusió, procurant la seva publicació i fent-lo arribar a les instàncies i organismes competents.

2. La conscienciació de la societat sobre aquest tema és un factor molt important. Es necessari fomentar les iniciatives de conservació des de la mateixa SCHCT. La mateixa publicació de les actes constitueix una primera difusió, però caldria endegar una campanya de sensibilització dirigida fonamentalment cap a les institucions científiques o docents, igual que cap a empreses i particulars que en són titulars, cap a les entitats i associacions interessades per la ciència i la història de la ciència. També la SCHCT pot col·laborar demanant a les instàncies administratives que afavoreixin la conservació d'aquest patrimoni i que

protegeixin els instruments declarant-los béns d'interès cultural, mitjançant l'aplicació positiva de les lleis existents i de beneficis fiscals als que ho facin. Finalment, demanant i conscienciant també als partits polítics de la importància d'aquest tema per la societat on vivim i perquè incloguin en els seus respectius programes relatius a l'educació i la cultura la conservació dels instruments científics com un objectiu.

3. Sobre «com cal conservar» els instruments és necessari, a partir de les experiències ja existents, i amb el suport del Departament de Cultura (del Centre de Restauració i Conservació de Béns Culturals Mobles i del Museu Nacional de la Ciència i la Tècnica de Catalunya) establir unes recomanacions bàsiques sobre el que cal fer i el que no s'ha de fer. Es proposà també que la SCHCT fes arribar les recomanacions de com conservar i/o restaurar instruments en el marc de la campanya de sensibilització esmentada abans, i creés en el seu si una comissió d'instruments que coordinés aquests treballs.

4. Sobre el tema de «qui ha de fer-ho» hi han dues línies diferents i complementàries. Per una part, calen grans museus (encara que pocs) que presentin l'evolució d'àrees temàtiques, permetent així relacionar els diferents llocs i èpoques, i aquests amb els processos més generals. Per una altra part, cal també salvar els instruments dintre del context que els ha creat, al mateix lloc. Aquesta línia representa una funció educadora importantíssima per la comprensió de la ciència i la tècnica, doncs involucra a comunitats senceres en l'estudi del seu passat i l'avaluació de la importància que té per a elles. Per aquesta tasca de conservar cada instrument al seu lloc fora bo definir polítiques comunes d'estudi, difusió i recerca, que unifiquin criteris i ajudin als interessats en el seu projecte. Cal recordar que la protecció del patrimoni instrumental és més que fer museus; però també és cert que els museus actuen com a referents. En aquest sentit ens trobem davant d'una tasca amb diferents factors d'escala, i així fora bo definir estratègies que ens permetessin, dintre d'un marc comú, adaptar-nos a cada cas, per tal de no malbaratar esforços en discussions estèrils i optimitzar els recursos existents, sempre escassos.

A continuació es recullen els textos de les comunicacions presentades. Veureu que presenten diferents vessants del tema (projectes de museus, instruments històrics en centres de recerca i universitats, estudis d'aparells concrets, experiències en la restauració d'instruments, etc.) i diferents línies de treball en els esforços per la seva conservació i estudi, com correspon a la visió diversa que en vàrem obtenir mitjançant la discussió abans resumida. Representen un estat de la qüestió del que s'està fent actualment als Països Catalans sobre el tema. Volem però, que aquest primer esforç no sigui l'últim i que en properes Trobades puguem presentar nous resultats que confirmin l'interès i valorització creixent de la conservació, l'estudi i la difusió dels instruments científics.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 155-160

MESURA DE L'ELECTRICITAT ATMOSFÈRICA A L'OBSERVATORI DE L'EBRE

Josep Batlló; Luís Felipe Alberca
Escola Universitària de Ciències Empresarials Dr. Manyà; Observatori de l'Ebre.
CSIC. URL.

Paraules clau: *electricitat atmosfèrica, potencial atmosfèric, instrumentació meteorològica, Observatori de l'Ebre.*

Atmospherical electricity measurement at the «Observatori de l'Ebre»

Summary: *The main research effort of the «Observatori de l'Ebre» focuses on solar-terrestrial physics studies. In this line, a special care to record and study parameters related to the atmospheric electricity was taken from its origins. Present work reviews the main features of the research done on these special topics and on the used and developed instrumentation, as well as its present status.*

Key words: *Atmospheric electricity, atmospheric potential, meteorological instrumentation, Observatori de l'Ebre.*

1. Introducció

L'orientació original de la línia de treball de l'Observatori de l'Ebre en la direcció de l'estudi de les relacions entre fenòmens solars i terrestres (Cirera, 1906) va fer que, des dels inicis de la seva activitat l'any 1904, s'enregistressin, a més dels paràmetres meteorològics clàssics, altres variables atmosfèriques que es creia que podien estar més directament relacionades amb l'activitat solar, molt especialment mesures d'electricitat atmosfèrica. Aquesta circumstància va determinar que l'Observatori fos el primer de tot l'Estat en enregistrar algunes d'aquestes variables.

El pla de treball original de l'Observatori contemplà ja la mesura del potencial elèctric atmosfèric, la ionització de l'aire i les descàrregues elèctriques produïdes per les tempestes. Al llibre de García Mollá «La sección eléctrica» (1909) es descriu amb molt detall com es va organitzar la realització d'aquestes mesures a l'Observatori i els aparells que s'utilitzaven al principi. També explica com es realitzaven les mesures dels corrents tel·lúrics (Cardús i Alberca, 1999). A la taula 1 presentem l'estructuració de les mesures elèctriques segons el pla original de l'Observatori. Cal remarcar que aquest primer pla de mesures electrometeorològiques era, a l'època, molt novedós i fou considerat, en el seu moment, com a modèlic; es co-

mentà i serví d'exemple a seguir en llibres molt principals sobre el tema com el «Traité d'électricité atmospherique et tellurique» de Mathias (1924).

2. Estructuració

En un principi, els aparells de mesura del potencial atmosfèric, dels llamps i dels corrents tel·lúrics es trobaven instal·lats a l'edifici anomenat «pavelló electrometeorològic» que es troba situat just al darrera (cap a l'oest) de l'actual edifici d'oficines. Els aparells per a la mesura de la conductivitat de l'aire i del coeficient de dispersió es trobaven en un cobert provisional, avui desaparegut, davant i cap al sud-est del mateix pavelló d'oficines. Més endavant es va construir un nou pavelló elèctric (l'actual pavelló meteorològic) on es van traslladar els registres de llamps i els aparells de mesura de conductivitat de l'aire i dispersió dels ions, i el registre de potencial quedà al mateix emplaçament (Puig, 1926).

L'any 1938, durant la guerra civil, amb motiu del desmantellament de l'Observatori per l'exercit republicà en retirada, s'interrompiren totes les mesures. Acabada la guerra civil es van abandonar definitivament les mesures de llamps i de conductivitat i dispersió dels ions (de fet, aquestes últimes ja havien començat a reduir-se l'any 1935 a causa de l'envelliment i els problemes que presentaven els electròmetres utilitzats), i restaren només les de potencial atmosfèric, que es reprenen amb regularitat l'any 1944, tot i que els resultats de les mesures no es consigna als butlletins de l'Observatori. Fins l'any 1962 s'utilitzà el mateix instrument que abans de la guerra. A partir de 1966 es reprenen les mesures regulars amb un nou aparell, basat en un col·lector radioactiu construït per P. Bolufer, S. J. al mateix observatori. En aquesta nova etapa el col·lector de potencial es trobava en el lloc més alt de l'Observatori, prop de la caseta ocupada actualment pel sondejador atmosfèric i el registrador, en tinta sobre rotlle de paper, a la mateixa caseta (Torta, 1989). Les mesures amb aquest aparell s'acaben l'any 1987, degut als problemes causats per l'envelliment del col·lector. Les gràfiques enregistrades es conserven a l'observatori.

3. El registre de potencial atmosfèric

La mesura del potencial elèctric implicava la mesura de la variació vertical d'aquest paràmetre a una certa alçada del sòl i, per ajustar els valors obtinguts i eliminar influències no desitjades, la necessitat de realitzar mesures addicionals, anomenades absolutes, d'aquest potencial. La memòria de Garcia Mollá (1909) descriu molt bé els instruments i com es realitzaven ambdues mesures durant els primers anys. Per a la mesura contínua del potencial elèctric s'utilitzava com a sensor un col·lector de vena líquida de Thomson-Chaveau, connectat amb electròmetres de Thomson-Mascart, que enregistraven sobre paper fotogràfic al mateix registre on s'inscrivien els corrents tel·lúrics. D'aquest aparell se'n conserven els registres i els electròmetres, i se n'ha perdut el col·lector. Els resultats mesurats sobre les gràfiques es consignaven com a valors mitjans horaris als butlletins de l'Observatori (Rosanas, 1910). També les gràfiques enregistrades per aquest aparell es conserven a la biblioteca de l'Observatori. Amb motiu de l'exposició internacional de Barcelona, als anys vints, es realitzà una maqueta del col·lector, avui perduda, per exposar-la a l'estand que l'Observatori hi tenia.

Per realitzar les mesures absolutes s'utilitzà, durant els primers anys, un col·lector

de flama i l'electròmetre d'Elster-Geitel (veure l'apartat següent). Més endavant (1926) s'utilitzà l'electròmetre de Wulf (Puig, 1927). També es treballà en el disseny d'un nou model de col·lector de flama (Puig, 1929).

Amb l'ajut de les mesures absolutes es calculava una coeficient de reducció que servia per corregir els valors mesurats del registre continu de potencial dels efectes produïts per les edificacions i altres elements fonts de pertorbació. Durant anys es va analitzar el valor del coeficient fixat al començament de les mesures fins que l'any 1930 s'introdueix un nou coeficient. També l'estudi continu del registres obtinguts va portar a la publicació de treballs sobre el comportament del potencial atmosfèric a l'Observatori de l'Ebre (Puig, 1931).

4. Ionització de l'aire

La ionització de l'aire es mesurava a partir de dos paràmetres diferents, el coeficient de dispersió dels ions i la conductivitat absoluta. Aquestes mesures es realitzaven de forma puntual (un cop cada dia). Per la primera s'utilitzava l'aparell d'Elster-Geitel i per la segona l'aparell de Gerdien. Ambdós es conserven desmuntats i, en part, malmesos, al mateix observatori. Els resultats de les observacions es publicaven al butlletí de l'observatori fins l'any 1937. A la figura 1 reproduïm una fotografia, conservada a l'observatori, amb l'aparell de Gerdien instal·lat al pavelló elèctric.

5. Tempestes

Es mesurava el número de llamps (descàrregues elèctriques degudes a les tempestes) que es produïen fins a una certa distància de l'Observatori (uns 300 km aproximadament). L'aparell de registre (anomenat ceraunògraf) es composava d'una antena, un cohesor i un registrador en tinta). Actualment en conservem el registrador, molt malmès, i els registres, de difícil interpretació.

6. Evolució i altres experiments

Com hem vist, les mesures relatives a l'electricitat atmosfèrica després de la guerra civil es reduïren molt fins a desaparèixer. Això s'explica, en part, per les dificultats del moment i, en part, perquè les mesures de l'electricitat atmosfèrica que interessen a la relació Sol-Terra van anar derivant, amb el progrés del coneixement científic del tema, cap a mesures de paràmetres de la ionosfera. Es per això que l'any 1953 s'instal·la a l'Observatori de l'Ebre el primer sondejador ionosfèric de l'Estat espanyol (Solé *et al.*, 1999). De tota manera, l'interès de l'observatori per aquest tema no ha decaigut. Per una part, l'any 1987 es va intentar digitalitzar el registre existent del potencial atmosfèric (Torta, 1989); però, com hem dit anteriorment, el funcionament defectuós del col·lector degut al seu envelliment va fer abandonar el projecte. Per un altra part, i en els darrers anys, l'observatori va participar, juntament amb altres institucions, en l'experiment ILIADA de mesura de la conductivitat i del camp elèctric a la mediterrània mitjançant la utilització de globus estratosfèrics (Alberca *et al.*, 1995). A la fi-

gura 2 podem apreciar el moment del llançament d'un d'aquests globus.

Acabarem dient que donat l'interès actual per les mesures de potencial atmosfèric, molt lligades als estudis d'impacte mediambiental de l'activitat humana, no descartem la possibilitat de reprendre el seu registre quan les oportunitats ho permetin.

Bibliografia

ALBERCA, L. F.; CURTO, J. J.; BATLLÓ, J.; SOLÉ, J. G.; ALTADILL, D.; De la MORENA, B. A. (1995), «Results of electric field measurements using transmediterranean balloons. ILIADA project», *1st Symposium on Stratospheric Mediterranean Balloons*, Madrid, INTA, 1-11.

BATLLÓ, J.; CARDÚS, J. O. (1993), «Historic seismograms and materials preserved at the seismic station of the Observatori de l'Ebre», *Proceedings of the XXIII General Assembly of the European Seismological Commission*, Praga, 232-235.

BATLLÓ, J. (1995), «Instruments i altres materials d'interès científic conservats a l'Observatori de l'Ebre», En: PUIG-PLA, A. *et al.* (Ed.): *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, IEC, 523-532.

CARDÚS, J. O. (1983),» El Observatorio del Ebro», En: CARDÚS, J. O. (ed.): *Contribuciones científicas para conmemorar el 75 aniversario del Observatorio del Ebro. Memoria n.º 14*, Roquetes, Publicaciones del Observatorio del Ebro, 9-19.

CARDÚS, J. O. i ALBERCA, L. F. (1999), «Els corrents tel·lúrics a l'Observatori de l'Ebre», *en aquest volum*.

CIRERA, R. (1906), *Noticia del Observatorio y de algunas observaciones del eclipse de 30 de Agosto de 1905*. Memorias del Observatorio del Ebro núm. 1. Barcelona, Gustavo Gili.

GARCÍA MOLLÁ, J. (1909), *La sección eléctrica*. Memorias del Observatorio del Ebro n.º 4, Barcelona, Gustavo Gili.

MATHIAS, E. (dir.) (1924), *Traité d'électricité atmosphérique et tellurique*, Paris, Les Presses Universitaires de France.

PUIG, I. (1926), «La sección Electro-meteorológica del Observatorio del Ebro», *Razón y Fe*, 77, 411-423.

PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro: Idea general sobre el mismo*. Tortosa, Imprenta Moderna de Algueró y Baiges.

PUIG, I. (1929), «Nuevo colector de potencial atmosférico», *Ibérica*, XXXII, 276-277.

PUIG, I. (1931), «Le gradient de potentiel atmosphérique a l'Observatoire de l'Ebre (1910-1930)», *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 33, 338-350.

ROSANAS, JUAN (1910), «Electricidad atmosférica», *Boletín mensual del Observatorio del Ebro*. Enero de 1910 con una introducción (vol. I, núm. 1), 33-41.

SOLÉ, J. G., ALTADILL, D., ALBERCA, L. F. i GALDÓN, E. (1999), «La secció ionosfèrica de l'Observatori de l'Ebre», *en aquest volum*.

TORTA, J. M. (1989), *Digitalización y automatización de equipos geofísicos. Aplicación a los registros de atmosféricos y de gradiente de potencial*, Tesi de llicenciatura, Universitat de Barcelona.

- Secció elèctrica
  - Corrents tel·lúrics
  - Meteorologia elèctrica
    - Potencial elèctric
    - Ones hertzianes
      - Ceraunògraf
      - Atmosfèrics
    - Conductivitat
      - Dispersió
      - Valor absolut
      - Corrent vertical

Taula 1: Estructuració de les mesures de paràmetres elèctrics a l'Observatori de l'Ebre segons García Mollá (1909)

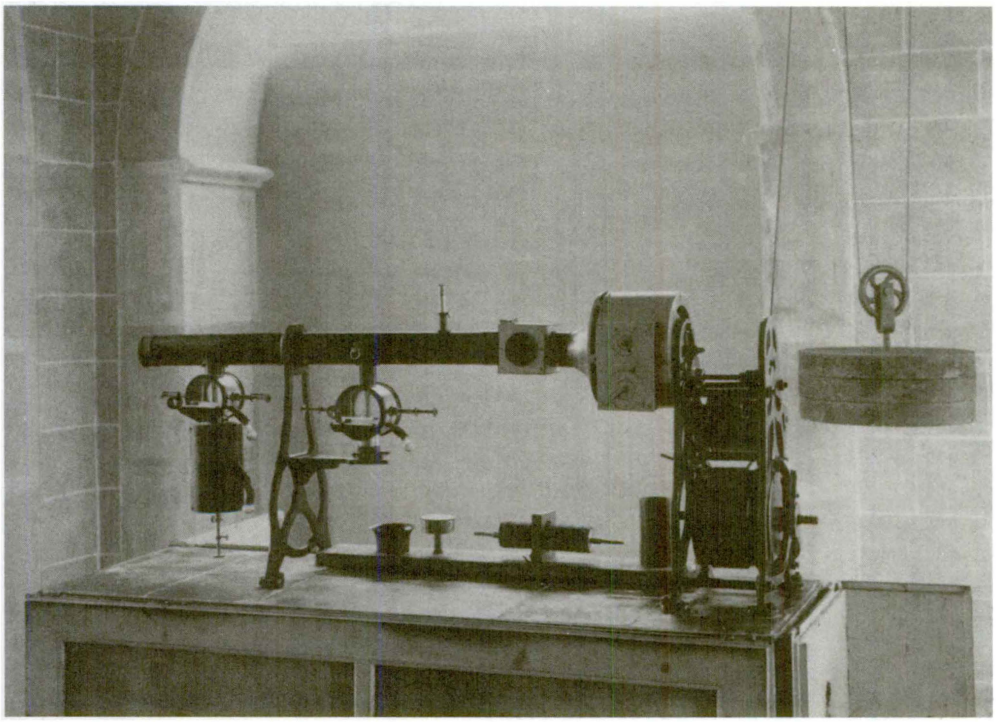


Figura 1. Aparell de Gerdien per a la mesura de la conductivitat absoluta instal·lat al pavelló elèctric de l'Observatori de l'Ebre

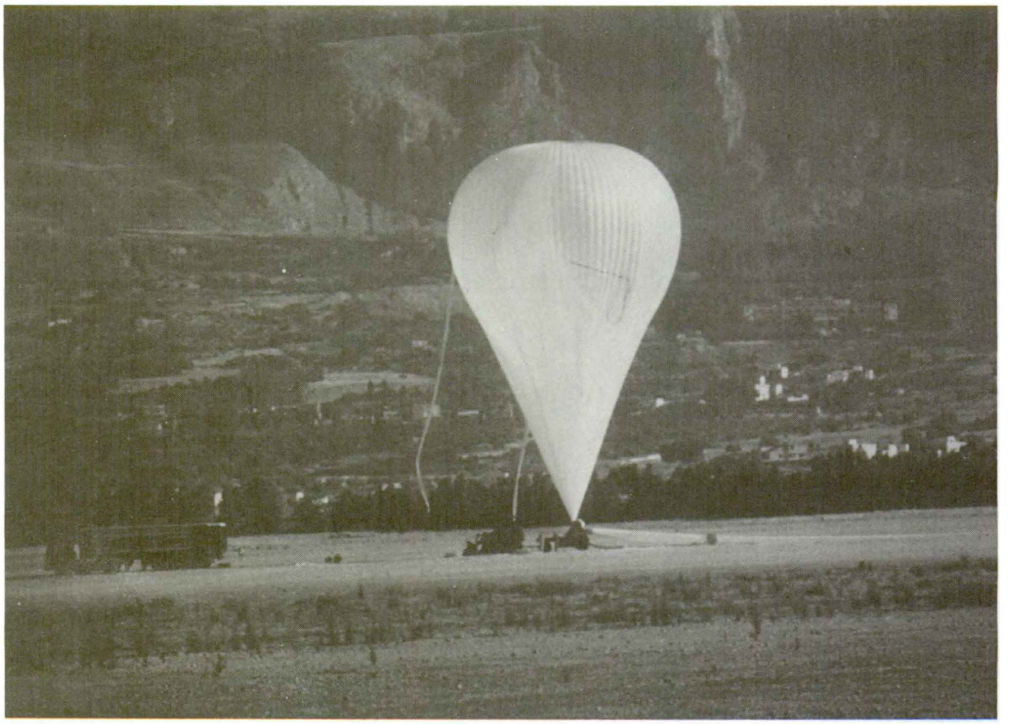


Figura 2. Llançament d'un globus del projecte ILIADA. Aquests globus portaven diferents instruments per a la mesura de paràmetres estratosfèrics. Alguns dels paràmetres mesurats eren la conductivitat i el camp elèctric. Observeu les dimensions del globus comparant-lo amb el camió que es troba a la vora, a l'esquerra.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 161-165

ELS SISMÒGRAFS DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE

Josep Batlló; Arantza Ugalde
Escola Universitària de Ciències Empresarials Dr. Manyà; Observatori de l'Ebre.

Paraules clau: *sismògraf, sismometria, història de la sismologia*

The seismographs of the «Observatori de l'Ebre»

Summary: *Since its foundation in 1904, the «Observatori de l'Ebre» has been operating different seismographs without interruption. It is the oldest seismic station in Catalonia and its records, almost completely preserved, are of key importance for the instrumental study of the western mediterranean seismicity. Present work introduces a review of the operated seismographs since its foundation up to now, including some new information available through recent research on this topic.*

Key words: *seismograph, seismometry, history of seismology*

Introducció

La secció sísmica de l'Observatori de l'Ebre és la més antiga de Catalunya i la seva importància ja s'ha ressaltat en publicacions anteriors (Batlló i Cardús, 1993; Susagna *et al.*, 1997). En el present treball volem descriure més a fons els instruments sísmics que s'han utilitzat al llarg de la història de l'Observatori.

El registre sísmic de l'Observatori de l'Ebre s'ha realitzat sempre al pavelló sísmic, construït a fi i efecte de protegir els aparells d'enregistrament. La seva història pot dividir-se en quatre etapes ben delimitades, segons els aparells utilitzats i les reformes que s'han anat produint a la secció sísmica. El nombre total de sismògrafs que han funcionat no excedeix la vintena, però molts han sofert modificacions al llarg de la seva vida operacional, la qual cosa fa que tècnicament haguem de parlar d'una vintena llarga de diferents equips (taula 1).

Primera etapa (1904-1913)

La primera etapa comença amb el naixement de l'Observatori, el 1904. Els primers instruments instal·lats van ser, per una part, uns pèndols Grablovitz (per una descripció veure Grablovitz, 1896) de període més aviat llarg per l'època i molt útils per enregistrar els telesismes. D'altra banda, hi havia un conjunt format per un microsismògraf Vicentini per a l'enregistrament de les components horitzontals (Pacher, 1897) i un per la vertical (Ferrari, 1992),

ambdós de període curt i útils sobre tot per enregistrar els terratrèmols regionals. Aquest últim aparell enregistrava els tres components del moviment del sòl en una única gràfica i l'enregistrament era de tipus mecànic sobre bandes de paper fumat (una fotografia de l'instrument es troba a Batlló, 1995). S'havien adquirit directament dels seus inventors (professor Grablovitz a Ischia i professor Vicentini a Padova) i es trobaven instal·lats a sobre d'uns pilars construïts expressament a l'interior del pavelló sísmic tal i com es pot veure al plànol publicat a Pericás (1910).

Segona etapa (1914-1941)

Atès que, a l'època, l'evolució dels instruments de registre sísmic era ràpida, molt aviat es va fer palesa la necessitat d'actualitzar els sismògrafs de l'Observatori. Això es va fer els anys 1913-14. En aquest cas els nous instruments es van construir al mateix taller de l'Observatori. Es van copiar models d'instruments comuns d'aquell temps que semblaven adaptar-se a les necessitats i possibilitats de l'Observatori, com eren els sismògrafs de tipus Mainka i un pèndol vertical (vegeu fotografia a Puig, 1927). Els dos sismògrafs de tipus Mainka (o pèndols horitzontals bifilars) que van ser construïts permetien enregistrar el component N-S, amb una massa de 1500 kg i el component E-W, amb massa de 150 kg. Hi ha fotografies d'ambdós aparells a Trullás (1923). El pèndol vertical (el tipus de sismògraf més senzill) era de 316 kg de massa i en un primer moment va enregistrar el moviment del sòl en dues direccions: NW-SE i NE-SW. Molt aviat (1915) i degut probablement a problemes tècnics, es va abandonar aquesta configuració i es va passar a enregistrar només el component N-S del moviment del terra. No sabem qui va dissenyar cap d'aquests aparells o qui va ser l'assessor per a la seva construcció. El que si que sabem és que els va construir el germà jesuïta Narcís Hornós.

Els nous sismògrafs es trobaven penjats de les parets del pavelló sísmic, com es veu al plànol publicat a Romañà (1942), però atès que l'escalfament dels murs del pavelló per la incidència directa de la llum del Sol afectava la qualitat del registre, es va pensar en afegir una construcció exterior que, a la manera d'una caixa, aïllés el pavelló pròpiament dit. Aquest projecte però, no es va arribar a realitzar mai. A la Biblioteca de l'Observatori es conserva correspondència d'aquests anys amb esquemes, plànols i pressupostos del pavelló projectat.

En aquest moment es van reinstal·lar també els sismògrafs que funcionaren durant els primers anys, fet que va ocasionar modificacions que afecten la polaritat del registre (és a dir, a quin sentit del moviment del terra correspon una desviació de la traça del sismograma cap a la dreta o cap a l'esquerra). A la taula 1, a la penúltima columna, hem consignat la polaritat de tots els instruments que ens és coneguda. Els pèndols Grablovitz, que no apareixen al plànol (Romañá, 1942), es trobaven situats al cantó NW del pavelló sísmic, al costat del pèndol Mainka E-W, segons ens consta per una fotografia conservada a l'Observatori. Degut al seu envelliment i al fet de poder disposar d'equips més moderns, els pèndols Grablovitz i Vicentini van anar deixant de funcionar de manera gradual.

La guerra civil suposà una sotragada molt forta per a l'Observatori. El registre sísmic, tot i ser un dels menys afectats, va quedar interromput durant tres mesos i quan es va reprendre (juliol de 1938) les condicions de treball eren ínfimes. No existia una base de temps fiable i mancava fins i tot el paper per confeccionar els fulls per a l'enregistrament dels sis-

mogrames. És per aquest motiu que podríem considerar aquesta època com una subetapa especial, on no hi ha cap millora o reforma en els equips existents, però en què encara es continua treballant.

Tercera etapa (1942-1966)

La tercera etapa comença pròpiament l'any 1942. Passats els primers anys després de la guerra civil i ja estabilitzat el funcionament general de l'Observatori, es pensà en una reforma general de la instrumentació de la secció sísmica. Començà amb la reforma del mateix pavelló sísmic, la construcció d'una columna per sostenir els sismògrafs i la reforma a fons dels aparells existents. La reforma fou més aviat una millora dels aparells que un canvi radical. Aprofitant les peces ja existents, es van construir dos sismògrafs de tipus Mainka de 1500 kg cadascun per les dues components horitzontals i un pèndol vertical de 635 kg, reforma de l'anterior existent, pel component N-S. La renovació dels sismògrafs es va fer sota la direcció dels jesuïtes Joaquim Lamolla i Ramon Pahí als tallers de fundició de Francesc i Josep Baró, a Tortosa, i de rellotgeria de Blasco, a Roquetes (Romañà, 1942). L'any 1948 s'amplià el pavelló sísmic i s'afegí una sala subterrànea, amb la idea de posar-hi nous sismògrafs de registre magnetofotogràfic (Observatorio, 1949a); però aquest projecte no es realitzà fins als anys seixanta.

Quarta etapa (1966-1999)

L'any 1966 es van introduir a l'Observatori de l'Ebre els aparells electromagnètics amb registre galvanomètric. En primer lloc es van instal·lar dos sismògrafs de període curt de component horitzontal i un altre de vertical del tipus Benioff construïts per la casa Teledyne Geotech. Portaven acoblats galvanòmetres de 0.5 s de període i el seu registre era sobre paper fotogràfic. Els dos components horitzontals portaven també acoblats, en paral·lel, uns galvanòmetres de 20 s. per obtenir millor resposta de l'equip per períodes grans. Més tard, l'any 1968, abandonaren els galvanòmetres de període de 20 s i s'adquiriren dos sismògrafs Sprengnether de període llarg pels components horitzontals que es completaren l'any 1969 amb un altre pel component vertical cedit per l'*Instituto Geográfico y Catastral*, el qual es va substituir l'any 1974 per un altre adquirit per l'Observatori de l'Ebre. Tots disposen de galvanòmetres de 90 s. i el seu registre és sobre paper fotogràfic. Aquest mateix any es transformà l'enregistrament de període curt sobre paper fotogràfic a inscripció en tinta, que suprimí els galvanòmetres, mitjançant uns amplificadors electrònics adquirits a la casa Lennartz.

L'any 1987 i a uns 8 km de l'Observatori, al peu del Mont Caro, l'*Instituto Geográfico Nacional* (IGN) va instal·lar una estació de període curt amb un sensor SS-1 Ranger de la casa Kinemetrics, que enregistra el moviment vertical del sòl. L'any 1991 es va completar l'estació amb els dos components horitzontals, amb equipament propietat de l'Observatori de l'Ebre (Tejedor y García, 1993). Els senyals d'aquesta estació s'envien per telemetria de ràdio fins a l'Observatori, on s'efectua l'enregistrament en tinta i, des d'aquí, per telemetria de cable (línia telefònica) fins al *Centro de Recepción de Datos* (CRD) situat a l'IGN, a Madrid. Una balisa digital dotada d'algorisme de detecció d'events permet rebre

també les dades d'aquesta estació, mitjançant la línia telefònica, a l'Institut Cartogràfic de Catalunya, a Barcelona.

Altres projectes

Encara hi hagué més projectes. Alguns es van començar a desenvolupar; però no van realitzar-se totalment i altres no arribaren mai a començar-se. L'any 1943, en realitzar-se la reforma de la secció sísmica, es pensa en completar-la amb un sismògraf Wiechert horitzontal i un altre vertical de 2000 kg cadascun (Romañá, 1942). L'any 1945 es construïren dos sismògrafs (un horitzontal i un altre de vertical) pel nou observatori de Villafranca de los Barros (Observatorio, 1949b). Finalment, l'any 1946, en ocasió d'una visita de Dúe Rojo, director de l'observatori de Cartuja, es feren proves amb un sismògraf electromagnètic que no arribà mai a funcionar regularment.

Bibliografia

BATLLÓ, J.; CARDÚS, J. O. (1993), «Historic seismograms and materials preserved at the seismic station of the Observatori de l'Ebre», *Proceedings of the XXIII General Assembly of the European Seismological Commission*, Praha, 232-235.

BATLLÓ, J. (1995), «Instruments i altres materials d'interès científic conservats a l'Observatori de l'Ebre», A: PUIG-PLA, A. *et al.* (Ed.): *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, IEC, Barcelona, 523-532.

CARDÚS, J. O. (1983), «El Observatorio del Ebro», A: CARDÚS, J. O. (ed.): *Contribuciones científicas para conmemorar el 75 aniversario del Observatorio del Ebro. Memoria nº 14*, Roquetes, Publicaciones del Observatorio del Ebro, 9-19.

CIRERA, R. (1906), *Noticia del Observatorio y de algunas observaciones del eclipse de 30 de Agosto de 1905*. Memorias del Observatorio del Ebro n.º 1, Barcelona, Gustavo Gili.

FERRARI, G. (1992), «Vicentini microseismograph for the vertical component 1897». En FERRARI, G. (Ed.): *Two Hundred years of seismic instruments in Italy 1731-1940*, Bologna, SGA Storia-Geofisica-Ambiente, 132-133.

GARCÍA, O. y TEJEDOR, J. M. (1993), *Funciones de transferencia de las estaciones de la red sísmica nacional*, Madrid, Instituto Geográfico Nacional, 82 p.

GRABLOVITZ, G. (1896), «Pendoli orizzontali a registrazione meccanica continua», *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, *2*, 171-179.

OBSERVATORIO (1949a), «Observatorio de física cósmica del Ebro», *Urania*, *34*, 193-195.

OBSERVATORIO (1949b), «Observatorio geofísico de Villafranca de los Barros», *Urania*, *34*, 197-198.

PACHER, G. (1897), «I Microsismografi dell'Istituto di Fisica della R. Università di Padova», *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, *3*, 65-131.

PERICAS, JOAQUÍN (1910), «Sismología», *Boletín mensual del Observatorio del Ebro*. Enero de 1910 con una introducción (vol. I, no. 1), 55-57.

PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro: Idea general sobre el mismo*, Tortosa, Imprenta Moderna de Algueró y Baiges.

ROMAÑÀ, A. (1942), «Sismología», *Boletín del Observatorio del Ebro, vol. XXX*, 14-15.
SUSAGNA, T., BATLLÓ, J. & ROCA, A., (1997), «Seismographs, seismograms and related materials preserved in Catalonia», *Cahiers du Centre Européen de Geodynamique et de Séismologie, 13*, 37-48.
TRULLÁS, P. (1923), «El gran terremoto del Pacífico del 3 de Febrero de 1923», *Ibérica, XIX*, 136-138.

Sismògrafs de l'Observatori de l'Ebre

Instrument	Anys	T.	Comp.	Massa (kg)	Per. (s)	Esmt.	Freg.	Ampl.	Pol.	Vel. Reg.
Grablovitz	1904-18	M	NE-SW	12	13	-		8		5
Grablovitz	1904-18	M	NW-SE	12	13	-		8		5
Vicentini	1904-36	M	Z	50	0.85	-	0.008	150	Up↑	15
Vicentini	1904-13	M	N-S	100	2.3	-	0.02	90	N↑	15
Vicentini	1904-13	M	E-W	100	2.3	-	0.02	90	E↑	15
Vicentini	1914-16	M	N-S	100	2.3	-	0.02	90	N↓	15
Vicentini	1914-28	M	E-W	100	2.3	-	0.02	90	E↑	15
Mainka	1914-41	M	N-S	1501	14.8	~0.4	0.005	200	N↑	12
Mainka	1914-41	M	E-W	157	7.8	~0.3	0.005	110	E↓	12
P. vertical	1914-15	M	NE-SW	316	(2.5)	-				12
P. vertical	1914-15	M	NW-SE	316	(2.5)	-				12
P. vertical	1915-41	M	N-S	316	2.6	-	0.002	125	N	12
Mainka	1942-66	M	N-S	1500	15.4	~0.4	0.004	275	N↑	12
Mainka	1942-66	M	E-W	1500	10.8	~0.4	0.003	150	E↑	12
P. vertical	1942-61	M	N-S	635	2.5	-	0.004	230		12
P. zenital	1961-66	M	Z	635		-				12
Benioff	1966-	E	Z	15	15		-	50000	Up↑	60
Benioff	1966-	E	N-S	14.75	15		-	50000	N↑	60
Benioff	1966-	E	E-W	14.75	15		-	50000	E↑	60
Sprengnether	1968-	E	N-S	10.7	1.0		-	1500	N↑	15
Sprengnether	1968-	E	E-W	10.7	1.0		-	1500	E↑	15
Sprengnether	1969-	E	Z	11.2	1.0		-	1500	Up↑	15
SS-1 Ranger	1987-	E	Z	1.45	1.0		-			60
SS-1 Ranger	1991-	E	N-S	1.45	1.0		-			60
SS-1 Ranger	1991-	E	E-W	1.45	1.0		-			60

Taula 1. Diferents sismògrafs que han operat a l'Observatori de l'Ebre i les seves característiques. Per columnes: nom dels sismògraf, període de funcionament, tipus (M: mecànic, E: electromagnètic), component del moviment del sòl que enregistra, massa del pèndol en kilograms, període en segons, esmorteïment (Esmt.), fregament (Freg.), amplificació, polaritat (Pol.) i velocitat del registre en mil·límetres per minut. Si una casella és en blanc significa que es desconeix aquesta dada. Els valors entre parèntesi no es coneixen amb total certesa.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 167-174

LA RESTAURACIÓ D'APARELLS CIENTÍFICS. L'EXPERIÈNCIA DEL TALLER DE RESTAURACIÓ DE L'ESCOLA D'ART DE TORTOSA

Carme Clemente i Martínez
Taller de restauració de l'Escola d'Art i Disseny de la Diputació de Tarragona a Tortosa

Paraules clau: *conservació, restauració, criteris, instrumental científic*

Restoration of scientific instruments. The experience of the Tortosa school of art restoration workshop

Summary: *Into the teaching framework of the Tortosa School of Art we must point up the intervention on three historical and scientific objects coming from the Ebre Observatory: a planetarium and two scale models, a steam machine to operate a water pump and a seismograph that is a copy of Mainka model of the Observatory. The work problems have been the study and selection of the proceeding criteria and the application of restoring and conservation treatments, because the objects are composed of several matters and they have a specific function. So, the main aims of the intervention to sum up are: to respect the integrity of the pieces of work, to stop the damage of matters and to ensure their stability and to recuperate the formal and functional aspects of the instruments in order to maintain the comprehensiveness of the original technical projects.*

Key words: *conservation, restoration, criterion, scientific instruments*

Els béns culturals científics relatius a la història de la ciència i de la tècnica, amb un repertori molt important al nostre país, es troben quasi sempre en un estat d'abandonament. Sovint han rebut una atenció bastant inferior respecte la resta de béns culturals: artístics, arqueològics, arquitectònics, etc. Són evidents els retards i mancances a l'estat pel que fa al desenvolupament de competències i programes per intervenir apropiadament i amb eficàcia en la conservació i restauració dels exemplars instrumentals de la nostra cultura científica, així com pel que fa al seu inventari.

Aquesta situació marginal que pateixen els objectes científics d'interès històric afecta el treball pràctic de la conservació i restauració a casa nostra, ja que tenim una manca de referències, d'experiències i reflexions a l'entorn del tema, la qual cosa ens obliga a cercar les propostes i treballs realitzats per institucions d'altres països més capdavanters, com per exemple Itàlia.

A continuació mostrem tres exemples d'intervenció d'aparells científics realitzats al

taller de restauració de l'Escola d'Art de Tortosa, on l'alumnat ha analitzat i experimentat uns tractaments de conservació i restauració molt particulars basats en els criteris que exposem, per tal de recuperar el valor cultural d'un sector del patrimoni poc conegut i desvalorat que forma part de la història de la ciència.

Criteris d'intervenció

1) *Treball multidisciplinar*. És necessari analitzar l'objecte per tal d'evitar la limitació en el camp de la intervenció. S'ha de cercar la informació detallada a les fonts bibliogràfiques específiques i especialitzades, per tal d'estudiar la particularitat constructiva dels aparells i la seva rellevància i funcionalitat científica. Sense aquest estudi i col·laboració preliminars, hi ha el risc de produir danys o alteracions irreversibles a la fase de desmuntatge, i de no aplicar adequadament els tractaments.

2) *Respecte per la integritat de l'obra*. Els béns culturals científics, sovint emprats en la recerca i didàctica científica en diverses i específiques activitats professionals, requereixen un tipus d'intervenció íntegre, tant en els aspectes formals, materials, estructurals i funcionals. Concretament, el funcionament és una part constitutiva d'aquests instruments, diferència clau de la resta de béns, i per tant adquireix una important rellevància, sobretot des del punt de vista de la història de la ciència.

3) *Aplicació dels tractaments de conservació i restauració*. L'article 2 de la «Carta de 1987 de la Conservació i Restauració dels Objectes d'Art i Cultura», un dels documents creats a Itàlia de major vigència i repercussió internacional, defineix el significat dels dos termes:

Conservació: conjunt d'actuacions de prevenció i salvaguarda dirigides a assegurar una durada, que pretén ser il·limitada, per a la configuració material de l'objecte considerat.

Restauració: qualsevol intervenció que, respectant els principis de la conservació i sobre la base de tot tipus d'indagacions cognoscitives prèvies, es dirigeixi a restituir l'objecte en els límits de les possibilitats existents (fins i tot el seu ús, si és necessari).

4) *Reversibilitat del procés de conservació i restauració*: tots els materials utilitzats en els tractaments han de ser reversibles de forma immediata i al cap del temps sense perjudicar l'obra.

5) *Estabilitat dels materials*: és important no crear reaccions adverses que alterin l'essència de l'obra, de manera que els materials aplicats han d'estar experimentats i han d'ésser compatibles amb els elements originals.

6) *Justificació de la reconstrucció*. La recuperació de la funcionalitat de l'objecte sovint implica la reconstrucció d'elements perduts. Aquest fet, que és problemàtic, implica un treball de recerca de documentació i una reflexió en profunditat sobre la seva viabilitat en termes de conservació i restauració. Els materials emprats en la reconstrucció han de ser homogenis respecte a l'original per dos motius:

Conservació: La diferència de matèries pot potenciar el desequilibri físic entre l'afegit i la resta de materials originals. Precisament un dels principals problemes de conservació dels objectes científics és la diversitat dels materials constituents, si aquests s'incrementen, el problema s'agreuja.

Unitat de l'obra: Els aparells científics, a banda del seu interès per a la recerca didàctica i estudi de la història de la ciència i de la tècnica, són també un testimoni de la mes-

tria i enginy constructiu de tipus artesanal de l'autor, i cal mantenir l'harmonia i unitat del conjunt.

7) *Elaboració d'un informe tècnic*: s'ha de descriure acuradament en una fitxa de restauració tot el procés d'intervenció de l'obra, complementat amb una documentació gràfica, per tal d'exposar els treballs realitzats i servir de punt de referència d'altres intervencions.

Peça 1 - Maqueta d'una màquina de vapor per accionar una bomba d'aigua

Estat inicial: L'objecte consta de diferents parts constituïdes per diverses matèries majoritàriament de llautó amb una capa d'oxidació –tenorita– produïda per l'acció del temps.

Base: formada per tres peces de fusta emmetxades, una mica deformades i amb forats d'insectes xilòfegs. La fusta central és xapada amb alguns abombollats i pèrdues, porta encastats un disc de pissarra, aïllant de la placa calefactora, i dos cilindres foradats de porcellana, un per l'entrada de la bomba i l'altre pel desguàs.

Generador de vapor: format per un calderó de ferro amb una important capa d'òxid de ferro –goetita– i a l'interior hidròxid fèrric amb exfoliacions. Porta una tapa mòbil amb torniquet i dos tubs de coure connectats a un manòmetre i una clau.

Cos de pistons: format per dos pistons, un de principal i un distribuïdor de vapor, cadascun amb una biela connectada a dues excèntriques a l'eix del volant.

Volant d'inèrcia: és de llautó i acer amb politja de fusta esquerdada.

Torre de la bomba: formada per quatre suports amb un travesser superior on hi ha el mecanisme reductor, la politja de transmissió de fusta amb un cordill i una excèntrica, una biela i un dipòsit cilíndric de zinc amb una capa grisa d'hidrozincita –carbonat bàsic de zinc– damunt d'una fusta rodona de contraplacat.

Bomba d'aigua: consta d'un cos de bomba i un pistó de cuir, un mecanisme de vàlvula hermètic i un tub que s'eleva amb una corba final.

Sistema elèctric de calefacció: circuit format per dos cables flexibles amb aïllament de goma i cotó que alimenten una placa calefactora de ceràmica, dues resistències planes que envolten el calderó i un interruptor de baquelita.

Procés de conservació i restauració

1) Intervenció del suport de fusta:

a) Desinfecció preventiva amb injecció de pentaclorofenat sòdic 10 % aigua

b) Adreçament de les taules humitejant la superfície i aplicant pressió

c) Fixació del xapat de fusta amb injecció de resina vinílica: acetat de polivinil

d) Neteja de la superfície amb diversos dissolvents: essència de trementina; etanol (1 vol.), essència de trementina (1 vol.); hidròxid amònic 20%.

e) Reintegració dels forats produïts pels xilòfegs amb pasta de fusta colorada.

f) Doble protecció de la fusta. Primer resina acrílica amb desinfectant: paraloid B72 5%, xilamon 5%, tricloroetilè 90%. Després parafina diluïda amb essència de trementina.

2) Intervenció dels suports metàl·lics:

a) Neteja dels diferents metalls: ferro, llautó, coure i zinc amb mitjans mecànics: bisturí, raspall de mà de fil d'acer, torn de dentista amb raspalls de diverses formes de fil d'acer, llapis de fibra de vidre, pols de tosca; i mitjans químic –menys el ferro i el zinc–: solució calenta de bicarbonat sòdic; solució d'àcid sulfúric al 5%; líquid de poliment

b) Protecció dels metalls amb resina acrílica: paraloid B72 5% tricloroetilè. A l'interior del calderó un estabilitzador del ferro: solució d'àcid tànic 5 % aigua.

3) Intervenció d'altres materials mitjançant neteges en sec i mitjans aquosos.

Peça 2 - Planetari

Estat inicial: l'objecte es pot dividir en dues parts:

Peu: és un element que no pertany a la peça original. El suport és de fusta treballada en torn, tenyida en una tonalitat negre i envernissada. La fusta presenta activitat per insectes xilòfegs –*Anobium punctatum*– amb nombrosos forats repartits per tota la superfície. L'interior del peu es troba omplert de guix.

Conjunt de planetes del sistema solar: l'aparell consta de tres anells de llautó entrecreuats, formant una esfera imaginària, que marquen els graus, solsticis, equinoccis i les constel·lacions zodiacals. Al centre de l'esfera hi ha un eix del qual parteix tot un mecanisme mòbil que permet situar els planetes a l'espai mitjançant unes tires de llautó planes més o menys llargues, segons la distància requerida, corbades a l'extrem i acabades en forma rodona, menys la Terra, que té un mecanisme independent incomplet del qual es desconeix la seva forma original. Cada planeta s'identifica per mitjà del seu nom, dibuix i característiques o llegendes escrits en tinta damunt de dos papers adherits a ambdues cares de l'extrem de la tira. A la part superior de l'eix hi ha una petita esfera fixa que simbolitza el sol.

El material bàsic és el llautó, que presenta una capa general d'oxidació –tenorita– causada pel agents ambientals i l'acció del temps. El paper es troba alterat per la llum, s'aprecia un to groguenc a tota la superfície i algunes pèrdues de material.

Procés de conservació i restauració:

1) Intervenció del suport de fusta:

a) Desinfecció de la fusta amb injecció de pentaclorofenat sòdic 10% aigua i carcomin.

b) Neteja de la superfície amb dissolvent: essència de trementina.

c) Estucat i reintegració dels forats dels xilòfegs amb massilla sintètica: aguaplast.

d) Reintegració pictòrica de les parts reconstruïdes: pigment negre i vernís de retoc.

e) Protecció-consolidació de la fusta amb resina acrílica: paraloid B72 10% tricloroetilè.

2) Intervenció del suport metàl·lic:

a) Neteja del llautó amb mitjans químics: solució calenta de bicarbonat sòdic; solució d'àcid sulfúric diluït 5%; líquid de poliment.

b) Protecció del metall amb resina acrílica: paraloid B72 10% tricloroetilè.
3) Intervenció del suport de paper:
a) Reforç amb un altre paper adherit amb metilcel·lulosa.
b) Reintegració pictòrica de les parts reconstruïdes amb tint de noguera i tinta xinesa.
4) Reconstrucció del mecanisme de les fases de la lluna:
a) Construcció d'un mecanisme mòbil: barra de llautó; moneda de bronze dentada.
b) Construcció del planeta terra i lluna amb fusta policromada i criteri il·lusionista: fusta de faig; capa de preparació amb cola de conill i carbonat de calci; pintures acríliques.

Peça 3 - Maqueta d'un sismògraf

Estat inicial: l'objecte es pot dividir en dos blocs:

1) *Suport fix*: format per base i columna, de fusta tenyida en to roig i amb vernís al damunt molt deteriorat:

Base: té forma rectangular i xapa superior en mal estat: pèrdues, abombollats i guerxat. Al mig hi ha el peu que sosté el pèndol, de fusta tornejada i tenyida amb to marró, i de la part superior parteix un anell de ferro recolzat en quatre columnes tornejades de fusta. A un extrem hi ha el suport del sistema enregistrador en forma de tauleta de fusta

Columna: mena de caixa, encastada a l'altre extrem de la base, de secció rectangular i acabament piramidal. Porta inserits un ancoratge i un punt de recolzament del pèndol.

2) Mecanismes mòbils:

Pèndol: format per un bloc cilíndric de fusta suspès per un barnillatge de llautó. Del suport del pèndol parteix el mecanisme d'amortiment i el punt de recolzament de la vareta traçadora, ambdós de llautó.

Sistema enregistrador: porta un tambor de llautó amb un paper de registre, accionat per un mecanisme de rellotgeria i recolzat damunt d'un carro semi mòbil de forma longitudinal, i un electroimant per regular els intervals de temps.

Vareta traçadora: està suspesa per uns fils i porta una agulla final mòbil.

Tota la fusta presenta activitat d'insectes xilòfegs amb nombrosos forats. Els suports de llautó tenen una pel·lícula d'oxidació (tenorita) causada pel agents ambientals i el temps.

Procés de conservació i restauració:

1) Intervenció del suport de fusta:
a) Desinfecció amb injecció de carcomin.
b) Eliminació del vernís i tint deteriorats amb mitjans mecànics: ganivet de Solsona, llana d'acer i mitjans químics: gel de clorur de metilè, white spirit
c) Reparació de la base: adreçament de la superfície vapor d'aigua i pressió; reforç posterior amb nous travessers i reenganxat de la fusta original; fixació del xapat amb filtració d'acetat de polivinil
d) Tenyit de les fustes: anilina a l'aigua caoba; reparadors de fusta.

e) Reintegració dels forats amb estuc: cera d'abella blanquejada i terres naturals.
f) Protecció i polimentat de la fusta: cera d'abella blanquejada i white spirit.
3) Intervenció del suport metàl·lic:
a) Neteja del llautó amb mitjans mecànics: llana d'acer, crema de poliment.
b) Protecció del metall amb resina acrílica: paraloid B72 5% tricloroetilè.
4) Reconstrucció d'elements perduts:
a) Vareta traçadora: palla vegetal, aplics metàl·lics d'alumini i acer, agulla de fil d'acer.
b) Forquilla d'accionament de la vareta traçadora: vareta i xapa de llautó (Figura 4).
c) Cargol d'extrem: tornejat amb llautó.
d) Molla tensora del carro del tambor registrador.
e) Femella de cargol del sistema de barnillatge de suspensió: de llautó.
5) Altres intervencions:
a) Reparació del mecanisme de rellotgeria del sistema registrador.
b) Reintegració pictòrica amb aquarel·la del paper del tambor registrador.
c) Reforç de les soldadures d'estany.

Equip. Direcció: Carme Clemente; Restauradors: Francisco Pérez-Blanco, Josep Masas.

Bibliografia

BALDINI, U. (1997), *Teoria de la restauración y unidad de metodologia*, Madrid, Nerea / Nardini, vol. 1 i 2.
BRANDI, C. (1988), *Teoria del restauro*, Madrid, Alianza Forma.
GONZÁLEZ MOZO, A.; MACARRÓN MIGUEL, A. Mª. (1998), *La conservación y la restauración en el siglo XX*, Madrid, Tecnos.
MARTÍNEZ JUSTICIA, Mª. J. (1996), *Antología de textos sobre restauración*, Jaén, Universidad de Jaén.
MASETTI BITELLI, L. (Coord.) (1993), *Restauro di strumenti e materiali. Scienza Musica Etnografia*, Firenze, Nardini.

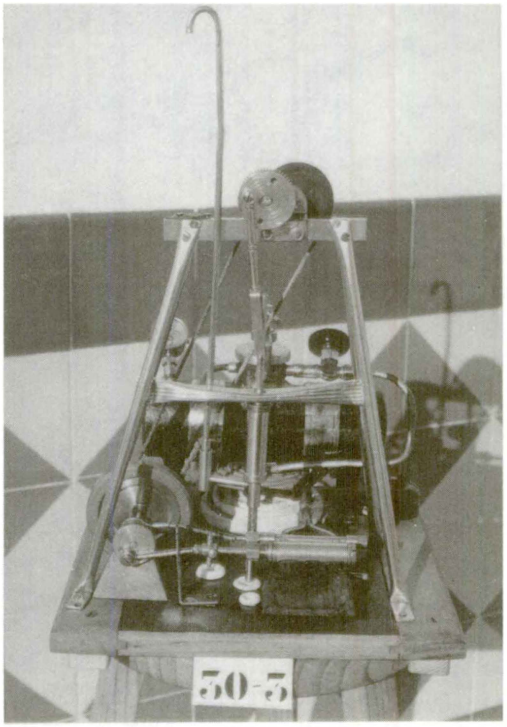


Figura 1. Maqueta d'una màquina de vapor

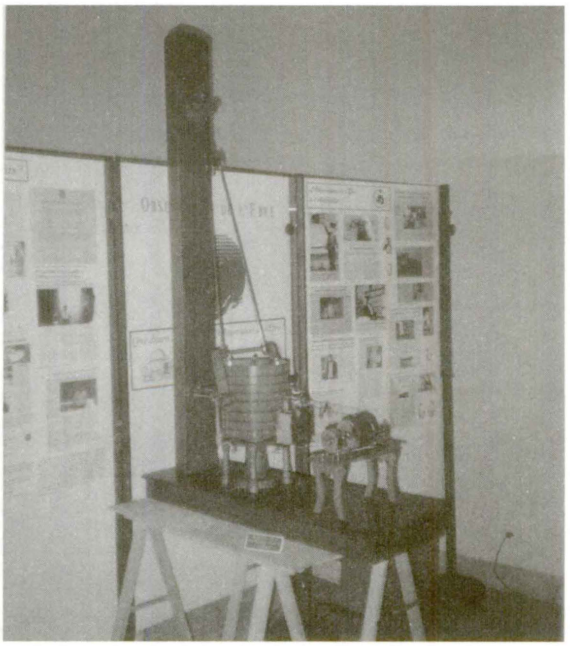


Figura 2. Maqueta del sismògraf de l'Observatori de l'Ebre

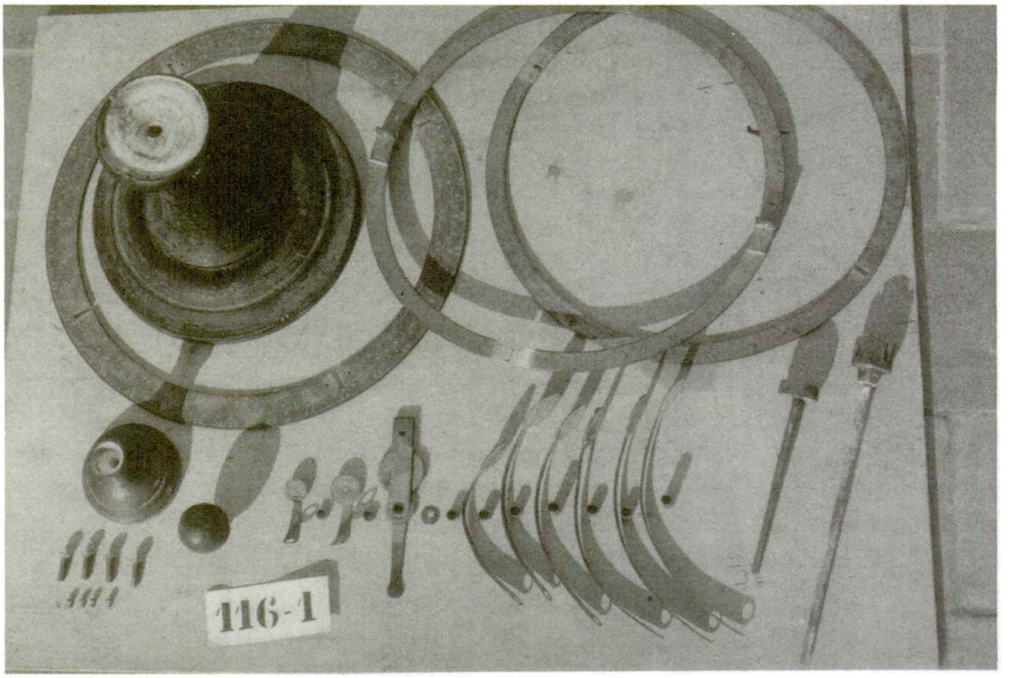


Figura 3. Planetari en fase de desmuntatge

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 175-180

UN SEGLE D'INSTRUMENTACIÓ MAGNÈTICA A L'OBSERVATORI DE L'EBRE

J. J. Curto Subirats; J. O. Cardús Almeda; Ll. Gaya Piqué; E. Sanclement Vallespí; J. M. Torta Margalef
Observatori de l'Ebre. CSIC-URL

Paraules clau: *geomagnetisme, instrumentació, geofísica, Observatori de l'Ebre*

A century of magnetic instrumentation at Ebre Observatory

Summary: *The magnetic section of the Ebre Observatory appears with the creation of the centre, in 1904, and goes on nowadays. In this work we describe the instruments and the techniques used in Ebre Observatory during the first epoch of this long experience measuring the terrestrial magnetic field.*

Key words: *geomagnetism, instrumentation, geophysics, Ebre Observatory.*

Introducció

La secció magnètica apareix amb la creació de l'Observatori, l'any 1904, (Puig, 1927) i ha perdurat fins els nostres dies. En aquest treball es presenten els diferents instruments i tècniques emprades a l'Observatori de l'Ebre durant els primers temps d'aquesta llarga experiència mesurant el camp magnètic de la Terra.

Ja des de la seva creació, a la secció magnètica es va definir l'estratègia de fer mesures d'absolutes i mesures de variacions. Malgrat les successives renovacions dels instruments (Cardús, 1983) –exposades d'una manera esquemàtica en el quadres sinòptics de les figures 1 i 2– aquest esquema ha perdurat fins avui ja que tot dos tipus de mesures són necessaris i es complementen. Aquí descriurem els instruments originaris, explicant els principis físics i operatius de cadascun d'ells.

1. Magnetòmetres d'absolutes

1.1 El teodolit magnètic

Era un instrument absolut que permetia obtenir:

a) La declinació magnètica. S'utilitzava una agulla imantada penjada d'una fibra

molt prima (amb molt poca torsió). Incorporat a l'imant hi havia un espillet alineat amb el seu eix geomètric. El sistema, amb l'imant suspès de la fibra, es col·locava a dalt d'un teodolit no magnètic de manera que es podia mirar l'espillet de l'imant amb el telescopi del teodolit. Es deixava girar lliurement fins que quedava orientat en la direcció del meridià magnètic –un extrem apuntant al Nord magnètic i l'altre cap al Sud magnètic. Llavors es podia fer la lectura. Per evitar errors de colimació (no alineament de l'espillet respecte de l'eix de l'imant) es feia un altra lectura, girant l'imant 180° respecte del seu eix (horitzontal), i es promitjava el valor de les lectures. La lectura de la posició sobre un teodolit juntament amb la determinació del Nord geogràfic amb l'azimut d'una marca fixa col·locada a una certa distancia del pilar d'observació donava la declinació .

b) La intensitat horitzontal. S'utilitzava el mètode de Gauss-Lamont. Eren necessàries dos tipus d'observacions:

b1) La primera observació es basava en les oscil·lacions lliures d'un imant anomenat principal (de moment magnètic M) dins d'un camp d'intensitat H. La mesura del seu període d'oscil·lació permetia el càlcul del producte M*H = Kp2/T. Com que es requeria la precisió de mil·lèsimes de segons, impossible d'aconseguir en l'observació d'una oscil·lació, calia observar el temps emprat en efectuar 100 oscil·lacions complertes. Això feia que el temps de mesura fóra molt llarg.

b2) La segona observació permetia calcular la relació M/H. S'obtenia a partir de la desviació angular, *a*, de l'imant auxiliar de la seva posició original (en el meridià magnètic) respecte de l'imant principal col·locat a una certa distància, R, d'aquell (normalment 30 cm) en la direcció perpendicular al meridià magnètic. $M/H = R^3 \, tg(a)/2$. Per evitar errors d'excentricitat, es feien quatre observacions amb diferents posicions de l'imant desviador per a cada distància.

A partir de les dues observacions era possible obtenir el valor de M i de H.

Al començament, a l'Ebre es va utilitzar el magnetòmetre DOVER (construït a l'Observatori de Kew, Anglaterra) que fou aquest reemplaçat l'any 1960 pel magnetòmetre RUSKA (construït a Houston, USA).

1.2. L'inductor terrestre

Era un instrument que mesurava la inclinació del camp. Consistia en una bobina circular en circuit tancat que podia ser rotada sobre el seu eix diametral. Les espires de la bobina mitjançant col·lectors i fils es portaven a un galvanòmetre molt sensible. En girar la bobina, aquesta creuava les línies de força del camp magnètic de la Terra i es produïa un corrent induït, més o menys intens, en tant que l'eix al voltant del qual girava no estava alineat segons la direcció del camp magnètic. Quan no es detectava cap corrent l'eix de gir coincidia amb la inclinació magnètica i es podia fer la lectura en el cercle vertical de l'aparell.

A l'Ebre es va usar l'inductor terrestre SCHULZ (construït a l'Observatori Real de Postdam (Alemanya) segons disseny de Weber) fins que l'any 1960 va ser substituït per l'inductor ASKANIA –construit a Berlin (Alemania)– ja que aquest era més compacte i fiable.

1.3. El QHM

Era un instrument quasi-absolut dissenyat pel Sr. LaCour que permetia obtenir la força horitzontal del camp magnètic. El QHM era un instrument compacte a mode de tub que contenia un imant petit amb un espillet, tot dos suspesos d'una fibra de quars, i muntats sobre un teodolit no magnètic. La fibra portava un sistema de fixació. El principi de mesura, com a tots els magnetòmetres de torsió, es basava en obtenir, en condicions d'equilibri, la igualtat entre el parell produït pel moment magnètic i el degut a la torsió de la fibra, essent l'angle proporcional a la intensitat del camp. Per evitar els errors de colimació (diferència entre la direcció de l'imant i les lectures del teodolit), es feien lectures en els dos sentits (torsió a dretes i torsió a esquerres).

Els QHM, en estar basats en imants de gran qualitat, mantenien una estabilitat que permetia una determinació fiable de la intensitat dins de períodes majors d'un any. Un programa internacional de calibracions periòdiques permetia recalcular les constants mantenint unes precisions òptimes.

1.4. El BMZ

Era un instrument quasi-absolut que fou dissenyat per mesurar la força vertical. Com tots els magnetòmetres de balança tenia un imant indicador de zero (un imant que col·locat horitzontalment en el meridià magnètic podia pivotar sobre el seu punt mig en el pla vertical). A més constava de dos imants auxiliars que compensaven el camp vertical. Un dels imants compensadors estava en posició vertical i compensava la major part del camp. L'altre podia rotar i portar l'imant indicador a zero. La mesura del camp era l'angle de rotació d'aquest darrer imant auxiliar que era necessària per portar a zero l'imant indicador.

La sensibilitat a la temperatura de l'imant superior de compensació i la dificultat en la nivellació mecànica (sobre un pivot) de l'imant indicador de zero els va relegar a un segon pla amb l'adveniment dels Magnetòmetres de Precessió de Protons.

Tant el BMZ com el QHM i els variòmetres La Cour van ser dissenyats i construïts a l'Institut Meteorològic Danès a Copenhaguen (Dinamarca) i van arribar a l'Ebre l'any 1950.

2. Magnetòmetres de variacions

Els variòmetres clàssic tipus Mascart foren dissenyats per mesurar (i enregistrar) contínuament les variacions del camp magnètic. Bàsicament s'enregistraven els elements següents: D (declinació magnètica), H (força horitzontal) i Z (força vertical).

La declinació s'enregistrava amb un aparell anomenat unifilar magnètic que constava essencialment d'un imant suspès d'un fil finíssim sense torsió i que oscil·lava en el pla horitzontal, segons els canvis de la declinació magnètica, mantenint-se sempre en el pla del meridià magnètic.

El component horitzontal, o intensitat de la força magnètica en el sentit horitzontal, s'enregistrava amb el bifilar magnètic o de Gauss, anomenat així perquè constava d'un imant

suspès de dos fils prims, un poc separats entre si, que formaven un par de torsió i obligaven a l'imant, per la força d'aquest par, a col·locar-se en un pla pròximament perpendicular al meridià magnètic, i així els canvis en la intensitat magnètica en el sentit horitzontal determinaven una desviació major o menor en l'agulla respecte de l'ordinària segons l'amplitud d'aquests canvis.

El component vertical, o intensitat de la força magnètica en el sentit vertical, s'enregistrava amb la balança magnètica de Lloyd en la qual no hi havia suspensió, sinó que l'imant se sostenia sobre un tallant. Una agulla magnètica en forma de balança, col·locada en el pla meridià magnètic i que naturalment s'inclinaria orientada pel camp terrestre, era mantinguda en posició horitzontal per un contrapès; les variacions d'intensitat magnètica en el sentit vertical es traduïen en oscil·lacions d'aquesta balança respecte de la seva posició ordinària d'equilibri.

El sistema d'enregistrament clàssic fou sobre paper fotogràfic. Unit a cada imant hi havia un espillet que servia per enregistrar el moviment de l'imant. Es col·locava una font de llum a la distància focal de les lents del variòmetre. El feix de llum anava de la làmpada a l'espillet de l'imant a través de les lents. Llavors es reflectia i tornava a través de les mateixes lents fins arribar a una lent cilíndrica i es focalitzava sobre un tambor rotatori on es formava un puntet lluminós molt fi. El tambor es recobria amb paper fotogràfic de manera que el punt lluminós dibuixava el magnetograma sobre el paper que es movia. Un altre feix lluminós es reflectia a partir d'un espillet fix i dibuixava una línia recta sobre el paper fotogràfic que produïa una línia de base del magnetograma. Això es feia per a tots tres components, i enregistrava alhora sobre el mateix paper.

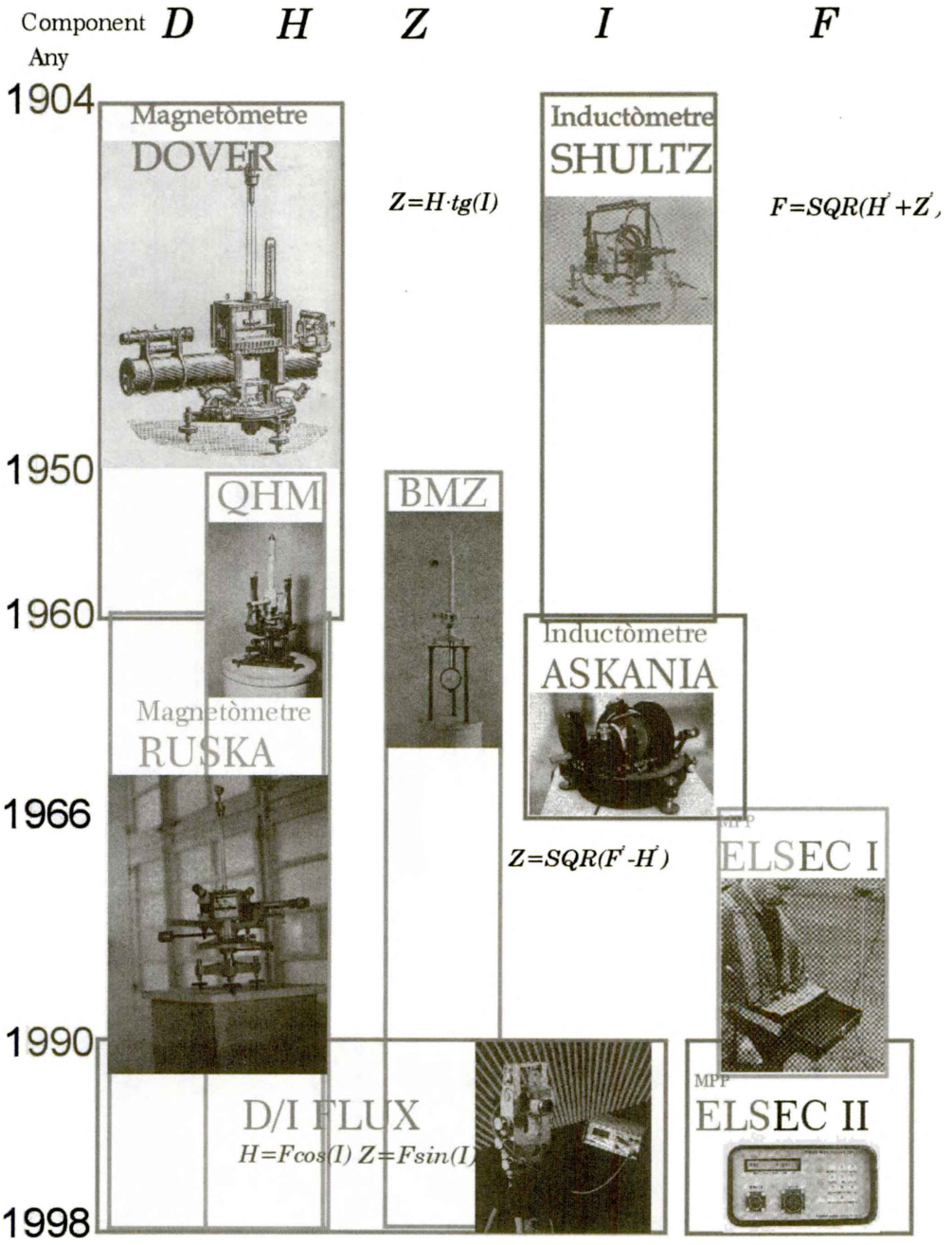
A l'Ebre, els magnetògrafs originaris foren els Mascart (fabricats a París), que van ser substituïts pels LaCour (fabricats a l'Institut Meteorològic danès) l'any 1954.

Bibliografia

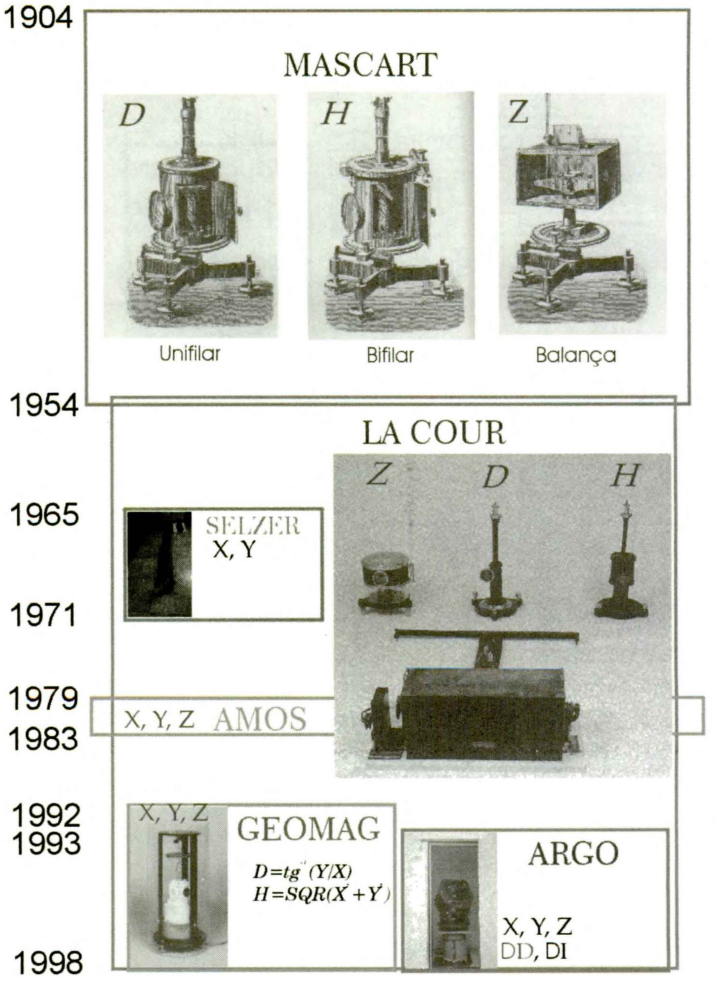
CARDÚS, J. O. (1983), «El Observatorio del Ebro», a: CARDÚS, J. O. (ed.): *Contribuciones científicas para la conmemorar el 75 aniversario del Observatorio del Ebro*, Memoria núm. 14. Roquetes, Publicaciones del Observatorio del Ebro, 9-19.

PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro: Idea general sobre el mismo.* Tortosa, Imprenta Moderna de Algueró y Baiges.

MAGNETÒMETRES D'ABSOLUTES



MAGNETOMETRES DE VARIACIONS



ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 181-190

ALGUNES PRECISIONS SOBRE L'ORIGEN I EVOLUCIÓ DEL COLORÍMETRE: EL PROCEDIMENT D'ANÀLISI DE L'INDI DE HOUTOU DE LABILLARDIÈRE

Lluís Garrigós i Oltra; Carles Millan Verdú; Georgina Blanes Nadal
Escola Politècnica Superior d'Alcoi. Av. Viaducte, 1. 03801-Alcoi

Paraules claus: *colorimetria, matèries tintòries, òptica aplicada.*

Some remarks about the origin and evolution of the colorimeter: Indigo analysis methodology of Houtou de Labillardière

Summary: *The oldest references to the colorimetric analysis date from 1838 (W. A. Lampadius) or 1845 (C. Heine) depending on the authors. Present work points to an earlier introduction (1828) of this technique by Houtou de Labillardière, who used colorimetric anlysis to assest the Indigo contents on commercial samples.*

Key words: *colorimetry, dye stuffs, applied optics.*

1. Introducció

La colorimetria, com a tècnica d'anàlisi química, irromp en el panorama científic al segon quart del segle XIX, encara que alguns autors (Szbadváry, 1960, 337; Snelders, 1962) situen el seu origen en la dècada dels trenta. Recentment s'ha deixat constància de l'existència de procediments i utensilis anteriors als considerats fins ara com els primers en aquesta tècnica analítica (Garrigós Oltra, Blanes Nadal, Gilabert Pérez, 1998; Garrigós Oltra *et al.*, 1999).

Amb aquest treball pretenem aportar noves evidències sobre un origen de les tècniques colorimètriques un poc anterior al considerat actualment. Aquestes proves ens permeten trobar, una vegada més, la relació entre la ciència, la tècnica i la societat.

2. Bagatge teòricoexperimental dels inicis de la colorimetria (Malinin and Yoe, 1961)

El 1729, el matemàtic i astrònom francès, Pierre Bouguer (1698-1758), publicà l'obra *Essai d'optique sur la gradation de la lumière*. A la secció on reflexiona sobre la transparència i l'opacitat, acaba concloent que la llum que travessa un medi transparent «disminueix», en progressió geomètrica segons la grossària del medi que travessa.

Trenta anys després, el 1760, l'alemany Johann Heinrich Lambert (1728-1777) «va redescobrir» aquestes idees de Bouguer, si bé de manera independent, i publicà l'obra *Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum, et umbrae*. Convé, no obstant això, advertir els plantejaments tan diferents que imperen en una obra i en una altra; ja que, mentre Bouguer realitza una anàlisi física, centrada exclusivament en les característiques d'un sistema òptic, Lambert desenvolupa conceptes estructurals relatius a la naturalesa de la matèria, acceptant implícitament la distribució de partícules en un medi, i atribuint l'absorció de la llum a les esmentades partícules. D'altra banda, la interpretació de Lambert aporta major rigor matemàtic (proposicions 876 i 877) de la *Photometria*.

3. El procediment d'assaig colorimètric de l'indi de Houtou de Labillardière[1]

Les experiències de Houtou de Labillardière, que precedeixen deu anys a las experiències de Lampadius (1838), s'han de considerar com les primeres de la tècnica colorimètrica, tot i que el descolorímetre de Payen (1825) tenia una aplicació enormement restringida al camp del poder descolorant dels carbons i, d'altra banda, equiparava el matís de color variant el camí òptic i no la concentració de les dues dissolucions a comparar (Garrigós *et al.*, 1999). El fet de tractar-se d'un procediment destinat a l'anàlisi de la riquesa comercial d'un producte natural de gran valor al segle XIX (Wurtz, 1874-1876, entrada INDIGO), però de poca incidència econòmica en l'actualitat, és probablement la causa per la qual ha estat, injustament, relegat a l'oblit.

Encara que la primera notícia de l'aparell i del procediment es dóna el 1827, la descripció que realitza l'autor en un article publicat el 1828 en els *Annales de l'Industrie française et étrangére* és molt més completa, per això serà la que considerem en aquest treball. Aquest article es va reproduir també en l'obra *Traité complet des propriétés, de la préparation et de l'emploi des Matières Tinctoriales et des Couleurs* (Paris, 1829: 376-384) de Johann Carl Leuchs[2]. Per l'interés que representa, l'article original de Hotou de Labillardière s'ha reproduït en un treball publicat recentment (Garrigós Oltra, Blanes Nadal, Gilabert Pérez, 1998)

3.1. Consideracions respecte de l'utillatge

En la introducció del seu article, Houtou de Labillardière justifica la necessitat de determinar la riquesa en principi colorant de les diferents matèries primeres, a fi de poder establir el seu valor. Després de fer una referència al mètode d'assaig, fonamentat en el temps transcorregut per al descoloriment amb clor d'una certa quantitat de matèria primera, rebutja el procediment per considerar-lo imprecís, ja que el clor pot actuar, no sols sobre els principis

[1] François Joseph Houtou de Labillardière (Alençon 1795-1867) era nebot del naturalista Jacques Julien Houton de Labillardière. Fou preparador de Dulong a l'*École d'Alfort* i de Thenard al *College de France*, encara que la seua activitat, centrada al voltant de l'ensenyament de la Química es va desenrotllar fonamentalment a Rouen (Oursel, 1886).

colorants, sinó també sobre unes altres substàncies que els acompanyen en les matèries primeres.

Per a l'autor, la idea central a partir de la qual es podia dissenyar un procediment d'assaig de la riquesa en principi colorant de les matèries tintòries era la següent: dues dissolucions parelles de matèries primeres diferents produeixen en el tub d'assaig una diferència de coloració o matís idèntica a la que poden produir quan s'apliquen per a tintar teixits o altres objectes. Establida aquesta idea bàsica era necessari idear un sistema pel qual la diferència de coloració en un tub d'assaig poguera ser apreciada i, conseqüentment, calibrada. L'autor dissenya amb aquesta finalitat una espècie de caixa negra, a través de la qual poden detectar-se i comparar-se dos tubs amb solucions acolorides:

> Aquest instrument es compon de dos tubs de vidre cilíndric d'uns 14 o 15 mil·límetres de diàmetre i d'uns 33 centímetres de llarg, tancats per un extrem, iguals en diàmetre i en gruixària del vidre, dividits en les cinc sisenes parts de la seua longitud a partir de l'extrem tancat, en dues parts iguals en capacitat; la segona duu una escala ascendent dividida en cent parts. Aquests dos tubs es col·loquen en una caixa petita de fusta a través de dues obertures, practicades, l'una al costat de l'altra, a la part superior (de la caixa) i prop del seu extrem. Al costat es troben dues obertures quadrades, del diàmetre dels tubs, practicats per poder observar la part inferior d'aquests, a l'extrem oposat [existeix] un forat [punt de mira] per on es pot veure la part inferior dels tubs quan la caixa es col·loca entre l'ull i la llum, amb la qual cosa es pot valorar amb facilitat la identitat o diferència del matís de les dues dissolucions contingudes en els tubs.

L'aparell hauria de tenir una aparença similar a la que ens mostra la figura 1. Des d'un punt de vista tècnic convé ressaltar algunes precaucions sobre les quals incideix l'autor per tal d'obtenir bones mesures, qüestions que avalen el seu bon fer:

1. Assecament exhaustiu i previ dels tubs.
2. Manipulació de tubs, exclusivament, per la zona superior, ja que la inferior és la que se sotmetrà a observació, i la humitat o el greix de les mans poden pertorbar les conclusions sobre l'observació.
3. Enfosquiment de la caixa, on s'han d'inserir els tubs, bé pintant-la interiorment o bé folrant-la amb paper negre, per tal d'afavorir l'observació.
4. Elecció de la llum adequada a les diferents matèries colorants i provisió, regular i homogènia, en el punt d'il·luminació dels tubs.

[2] No és del tot evident que la inclusió de l'article de Labillardière fóra decisió de Leuchs, ja que l'obra a què fem referència és la versió francesa de l'obra original publicada en alemany el 1825 (Ron, 1991). D'altra banda, l'edició francesa indica en la portadella que la part química de l'obra ha estat revisada per M. E. Peclet, Maître de conférences de Physique a l'École Préparatoire. Sembla lògic pensar, doncs, que la inclusió de l'article que considerem ací fou decisió de Peclet.

3.2. Ús del colorímetre

D'acord amb les instruccions que ens dóna l'autor, la manera d'utilitzar l'aparell era la següent:

> Després de tractar o dissoldre comparativament en aigua, o en qualsevol altre líquid adequat, quantitats iguals de matèries tintòries, s'introdueixen les dissolucions en els tubs colorimètrics fins el zero de l'escala superior; seguidament es col·loquen a la caixa per les dues obertures practicades a aquest efecte, i després d'haver comparat la tonalitat de color, si existeix diferència entre elles, s'afegeix aigua a la més fosca, seguidament s'agita el tub, després de tapar amb el dit l'extrem obert d'aquest; si després d'aquesta addició d'aigua es distingeix encara diferència, continuem afegint aigua fins que els dos tubs tinguen la mateixa tonalitat de color. A continuació, es llig en el tub, al qual se li ha afegit aigua, la quantitat de parts de líquid que conté. Aquesta quantitat comparada amb el volum del líquid contingut en l'altre tub (que és igual a 100), indica la raó entre el poder colorant o la quantitat relativa de les dues matèries tintòries; i si per exemple, cal afegir al líquid més intens 25 parts d'aigua, per tal d'aconseguir la mateixa tonalitat de color que l'altra, la raó entre els volums dels líquids continguts en els dos tubs serà 125:100 i la qualitat relativa de les matèries colorants estarà representada per la mateixa proporció, ja que la part alíquota d'aquestes matèries és proporcional al seu poder colorant.

3.3. Consideracions sobre l'assaig dels indis

Cal destacar, en primer lloc, que les idees que va utilitzar Houtou-Labillardière per a dissenyar el procediment d'assaig dels indis, segons es desprèn en la seua introducció, no eren, ni més ni menys, que les mateixes idees raonables que va utilitzar Bouguer cent anys abans i, posteriorment, Lambert; si bé cal assenyalar que Houtou de Labillardière (i també Payen) es va anticipar a Bernard i Beer[3] en la idea que el concepte de transparència o opacitat es pot aplicar també a solucions líquides. No és estrany, doncs, que un tècnic avesat en el maneig de substàncies acolorides, volguera aplicar aquestes idees a objectius pràctics.

[3] El 1852, independentment, i amb una diferència de pocs mesos, dos autors, un francès, Felix Bernard, i un altre alemany, August Beer (1825-1863), publiquen les seues tesis doctorals on amplien, a la llum de tota l'experiència pràctica que es tenia sobre la qüestió, la validesa de les conclusions de Lambert sobre l'absorció de llum per dissolucions de substàncies acolorides, de manera que en aquests casos la concentració juga un paper similar al de l'amplària o gruix del medi sòlid transparent. En tots dos treballs s'introdueix la noció de coeficient d'absorció, que depèn del tipus de substrat estudiat.

Des d'un plantejament actual podríem dir que la síntesi de les experiències de Bouguer, Lambert, Beer i Bernard, es resumeixen en l'expressió següent:

$$-\log \frac{P}{P_0} = a \cdot b \cdot c \quad [1]$$

Convé, no obstant això, assenyalar que el plantejament d'aquest autor ve condicionat per l'interès cap als productes naturals d'origen vegetal, mentre que els treballs de Lampadius (1838) i de Heine (1845), per citar dos dels pioners en l'anàlisi colorimètrica, tenen, clarament, un component miner i metal·lúrgic. Aquest fet explicaria, en part, per què el mètode de Houtou de Labillardière no apareix en manuals de química i, no obstant això, si que es descriu el seu procediment i el seu colorímetre en manuals d'emporeumografia (reconeixement de productes comercials), tal com ocorre amb el *Nuevo Diccionario de Falsificaciones y Alteraciones* de J. Leon Soubeiran, editat el 1874 i traduït per Gómez Pamo el 1876, que descriu el funcionament d'una versió modificada del colorímetre en qüestió[4]. Aquest aparell segueix considerant-se com l'instrumental idoni per a l'assaig dels indis comercials en l'*Emporeumografia* del farmacèutic alacantí José Soler López, editada a Alacant el 1898, data, evidentment, un poc tardana.

El procediment d'assaig descrit per Houtou de Labillardière es fonamenta en la ca-

---

on P/P_0 es denomina transmitància, $-log\ P/P_0$, absorbància, densitat òptica o extinció, a és el coeficient d'absorció, que depèn de les condicions experimentals i de la naturalesa del material absorbent, b és el gruix del camí òptic que ha de recórrer i c és la concentració de la mostra.

El raonament de Labillardière s'interpreta des d'un punt de vista actual (és a dir, considerant l'equació [1]) de la següent manera: si dos mostres d'idèntic solut presenten la mateixa intensitat i matís de color quan la llum travessa un idèntic camí òptic (recorre en ambdós casos els tubs de forma transversal al seu eix), les concentracions són idèntiques:

a)

$$-\log \frac{P}{P_0} = a_1 \cdot b_p \cdot c_p$$

b)

$$-\log \frac{P}{P_0} = a_2 \cdot b_x \cdot c_x$$

on b és el diàmetre dels tubs ($b_p \approx b_x$).

Si dividim l'una per l'altra, i suposem $a_1 \approx a_2$ (idèntics soluts), s'obté l'expressió:

$$c_p = c_x \qquad [2]$$

per tant si tant de la solució patró com de la solució problema s'ha partit d'un volum V_0, si la massa continguda en aquest volum V_0 de solució patró és m_p, i si el volum d'aigua afegit és V_x, suposant una aditabilitat de volums, la massa continguda en el volum V_0 de la mostra problema, m_x, es relacionaria amb les variables descrites d'acord amb l'equació:

$$\frac{m_p}{V_0} = \frac{m_x}{V_0 + V_x} \qquad [3]$$

expressió que justifica el càlcul proposat per Labillardière.

[4] És interessant assenyalar que les millores que s'introdueixen en la versió primitiva fan referència a tres qüestions bàsiques, tal i com s'aprecia a la fig. 2.

El sistema d'afegir aigua a la solució més concentrada es realitza en aquest cas mitjançant una bureta, la qual cosa fa més exacte el mesuratge.

L'homogeneïtzació de la mostra, una vegada se li ha afegit una gota d'aigua, que en la versió modificada es fa extraient el tub i agitant-lo amb la mà, en aquest cas es fa mitjançant el procediment d'insuflar aire a la mostra amb un tub que controla l'observador.

El sistema d'il·luminació en la versió modificada introdueix un espill per tal de poder controlar la llum incident.

pacitat que té l'indi natural per a combinar-se amb l'àcid sulfúric, en una temperatura d'uns 50ºC, cosa que dóna lloc a l'àcid sulfindigòtic, o a l'àcid sulfofenícic o a una mescla d'aquests dos (Wurtz, entrada INDIGO), producte final que es coneix amb el nom de sulfat d'anyil, composició blava o blau de Sajonia.

3.4. Generalització del procediment colorimètric d'Houtou de Labillardière

Labillardière (1829) pensava que el mètode era generalitzable a l'anàlisi de diferents colorants comercials:

> J'ai pensé qu'un moyen simple et précis de reconnaître la valeur réelle de ces matières serait d'une importance majeure, et dans cette intention je me suis livré à des recherches dont les résultats me paraissent déjà assez précis pour les publier, et dans lesquelles j'ai suivi la marche naturelle qu'on doit prendre pour apprécier la qualité de ces matières à la teinture, puisque c'est en comparant l'intensité de couleurs qu'elles fournissent, en les dissolvant comparativement, intensité de couleurs qu'elles reproduisent dans le même rapport sur les objets teints avec ces matières. Quoique la chose soit assez simple par elle-même, elle ne laisse pas d'exiger de nombreuses recherches, que je n'ai encore pu terminer complètement pour toutes les matières tinctoriales, et pour mettre les essais par mon instrument, auquel j'ai donné le nom de **colorimètre**, à l'abri des erreurs qui pourraient résulter du mélange de matières colorantes étrangères avec celles que l'on essaie en mesurant l'intensité de couleur que ces mélanges arbitraires peuvent fournir. Cependant, par quelques contre-épreuves à l'aide du colorimètre et de quelques réactifs, j'ai lieu d'espérer parvenir à reconnaître non-seulement la qualité de ces matières, mais encore leur mélange avec des matières colorantes étrangères. Des experiences sur la garance m'autorisent à penser que ce que j'avance pourra se réaliser en continuant mes recherches sur cet objet.

Aquesta generalització efectivament va tenir lloc, encara que la paternitat del mètode es va atribuir a un altre autor. És interessant assenyalar que Soubeiran, com ja hem dit, descriu concisament, encara el 1874, el mètode de Houtou de Labillardière, atribuint-lo a J. Girardin, la qual cosa no resulta estranya tot i que aquest autor empra el mètode colorimètric de Labillardière no sols per a l'anàlisi de l'indi (1882, vol IV: 330-331), sinó també per a l'anàlisi de la cotxinilla (1882, vol IV: 268-269) i de la bixa (1882, vol IV: 304-305):

> On peut encore recourir avec avantage au procédé qu'un de mes anciens élèves de Rouen, M. Letellier, a proposé en 1843, après en avoir pris l'indication dans mes cours, Voici en quoi il consiste:
> On compose des liqueurs d'essai en traitant 5 décigrammes d'une cochenille type et de la cochenille dont on ne connaît pas encore la valeur, par un litre d'eau, à la chaleur de 100?, pendant une heure, après y avoir ajouté dix gouttes de solution concentrée d'alun. On laisse refroidir; on verse dans chaque vase la quantité d'eau nécessaire pour compléter le volume d'un litre, et l'on compare ensuite l'intensité des deux liqueurs au moyen du colorimètre d'Houtou de Labillarière.

Per una altra banda, es l'únic text conegut que descriu l'aparell i en dona una representació gràfica (figura 3).

Evidentment, el procediment no era un model de precisió, i més si tenim en compte la complexitat del productes considerats. Per això, l'assaig dels indis evolucionà molt ràpidament cap a mètodes més exactes (Wurtz, entrada INDIGO). El mateix Girardin afegeix una crítica de Chevreul sobre l'exactitud del procediment en comparar dissolucions que poden diferir en la gamma i no en el to:

> M. Chevreul a fait remarquer, avec raison, que les résultats de l'essai au moyen du colorimètre ne sont précis qu'autant que les liqueurs à comparer ne diffèrent que par le *ton*, et non par la *gamme*. Lors donc que les deux décoctions de cochenille n'offrent pas la même gamme de rouge, il faut les y amener soit par quelques gouttes d'alcali, soit par quelques gouttes d'acide.

4. Conclusions

D'acord amb allò exposat en aquest treball podem concloure que les primeres experiències sobre anàlisi colorimètrica van ser dutes a terme per Houtou de Labillardière, professor de Química de Rouen el 1827, i va ser ell mateix l'inventor del primer colorímetre, tot i que el descolorímetre de Payen es fonamenta en criteris paral·lels i és uns anys anterior al muntatge de Houtou de Labillardière, però té una aplicació enormement més restringida.

Sembla que raons extracientífiques han relegat a l'oblit aquestes primeres aportacions. A més a més, cal considerar la pervivència al llarg del segle XIX de la separació entre productes naturals i productes de laboratori, la qual cosa va contribuir, possiblement a aquest oblit.

Per últim, cal destacar que el progrés tecnològic en el camp de la colorimetria va anar per davant del progrés científic, i la praxis industrial va ser la que realment va impulsar el desenvolupament de les noves tècniques d'anàlisi química.

Bibliografia

BEER, A. (1852). «Bestimmung der Absorption des roten Lichts in färbigen Flüssigkeiten», *Ann. Physik Chem., 86 (2)*, 78-90.

BERNARD, F. (1852). «Thèse sur l'absorption de la lumière par les milieux non cristallises», *Ann. Chim. et Phys., 35 (3)*, 385-438.

BOUGUER, P. (1729). *Essai d'optique sur la gradation de la lumière. Section II De la Transparence et de l'opacité. II de la proportion selon laquelle la lumière diminué en transversant les milieux.* Paris.

GARRIGÓS OLTRA, Ll.; BLANES NADAL, G.; GILABERT PEREZ, E. (1998). *Rev. Química Textil, 139*, 58-74.

GARRIGÓS OLTRA, Ll.; MILLÁN VERDÚ, C.; BLANES NADAL, G.; GILABERT PEREZ, E. (1999). A: *Actas V Congreso Nacional del Color*, Terrassa, en premsa.

GIRARDIN, J. (1880-1882). *Leçons de chimie élémentaire appliquée aux arts Industriels*, 5 Vol, 6ª edición, Paris, G. Masson, ed.

HEINE, C. (1845). «Quantitative Bestimmung des Broms in Mineral-wässern», *J. Prakt. Chem., 36,* 181-185.

HOUTON-LABILLARDIERE, F.J. (1827). *Description d'un colorimètre, et du moyen de reconnaître la qualité relative des indigos*, Rouen, Imp. N. Periaux.

HOUTON-LABILLARDIERE, F.J. (1827). «Description d'un colorimètre, et du moyen de connaître la qualité relative des indigos», *Journal de Pharmacie et des Sciences Acc, XIII,* 610-613.

HOUTON-LABILLARDIERE, F.J. (1829). «Description d'un colorimètre, et du moyen de reconnaître les indigos». *Annales de l'Industrie française et étrangére, mars.* A: LEUCHS, J.V CH. (1829), *Traité complet des propriétés, de la préparation et de l'emploi des Matières Tinctoriales et des Couleurs*, Paris, Malher et Cie., 376-384.

LAMBERT, J.H. (1760). *Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum, et umbrae.* Augsburg. A: ANDING, E. (trad. alemany). *Lambert's Photometrie.* (1891). W. Olswald's Klassiker der exakten Wissenschaften,Vol 31-32, Leipzig, W. Engelmann

LAMPADIUS, W. A. (1838). «Ueber die Verfälschung der Koballsaflore (Zaffer) und deren tecjnisch-chemische Prüfung», *J. Prakt Chemie, 13*, 385-397.

MALININ, R. YOE, J.H. (1961). «Development of laws of Colorimetry», *J. Chem. Ed., 38 (3)*, 129-131.

OURSEL, N.N. (1886). *Nouvelle Biographie Normande,*Vol II, Paris, A. Picard, Ed., 5.

RON, M. (1991). *Bibliotheca Tinctoria*, Jewish National and University Library, Jerusalem, 251-252.

SNELDERS (1962). «Korte Geschiedenis Van de Absorptiemetrie», *Chemie und Techniek, 17*, 495-502 .

SOLER LOPEZ, J. (1898). *Emporeumografía o Historia y reconocimiento de los productos comerciales*, Alicante, Tip. Vicente Botella, 311-314.

SOUBEIRAN, J.L. (1874). *Nuevo Diccionario de Falsificaciones y Alteraciones*, Paris, J. B. Baillière et fils, A: GÓMEZ PAMO, J.R. (1876), Madrid, Moya y Plaza, València. Edició facsímil de Librerías París-Valencia (1992).

SZBADVARY, F. (1960). *History of Analytical Chemistry*, Gordon and Breach Science Publishers, 2ª Edició (anglès).

WURTZ, A. (1874-1876). *Dictionnaire de Chimie Pure et Appliquée*, Paris, Librairie Hachette et Cie.

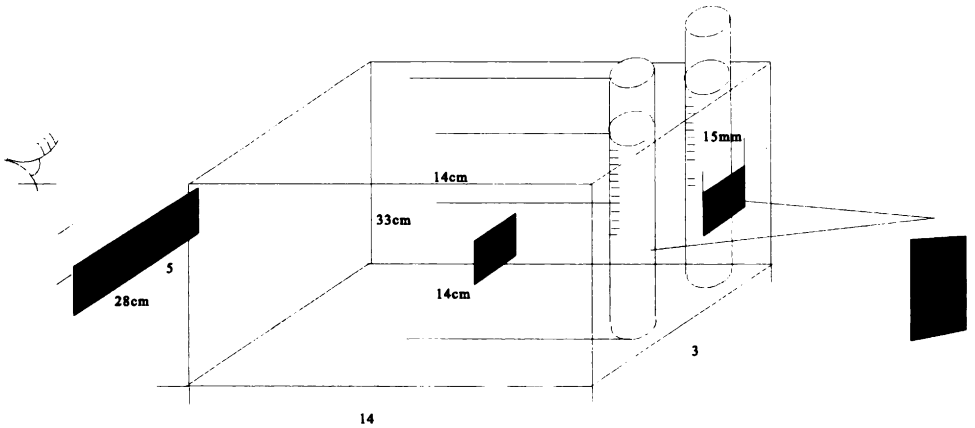


Figura 1. Esquema del colorímetre descrit per Houton-Labillardière.

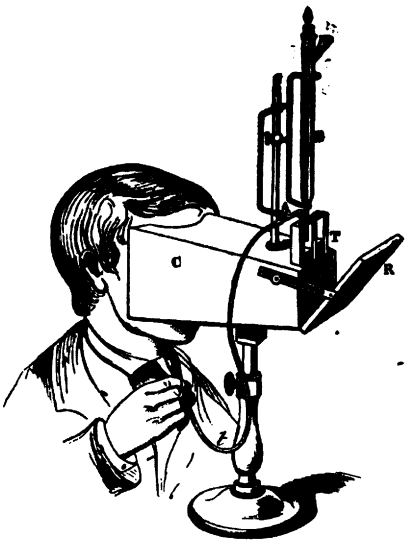


Figura 2. Colorímetre de Labillardière segons Soubeiran.

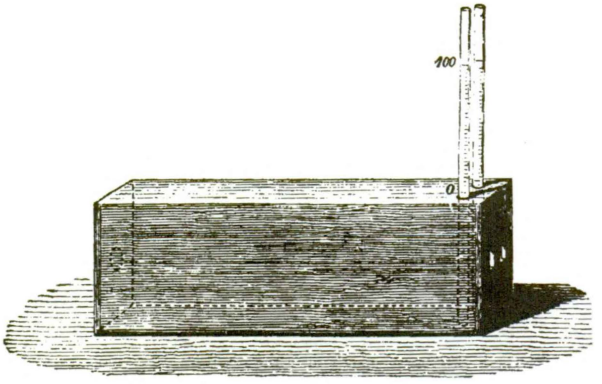


Figura 3. Colorímetre de Labillardière segons Girardin

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 191-196

LA SECCIÓ SOLAR DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE

Lluís R. Gaya-Piqué; Josep Batlló Ortiz
Observatori de l'Ebre. Consell Superior d'Investigacions Científiques - Universitat Ramon Llull; Escola Universitària de Ciències Empresarials Doctor Manyà (EUCEDM). URV.

Paraules clau: *física solar-terrestre; instrumentació geofísica; Observatori de l'Ebre*

The solar section of the Observatori de l'Ebre

Summary: *Since its foundation, the Observatori de l'Ebre has centered its work on the study of the Solar-Terrestrial relationships. With that purpose many instruments were built to report the development of solar activity, paying attention to four main items: photosphere, chromosphere, spectroscopy and solar radiation. In this paper a description of the evolution followed by the instrumentation of the Solar Section of Ebre is presented, especially falling upon the golden age of the Section, that expands from the opening of the Observatory in 1904 up to 1930.*

Key words: *solar-terrestrial physics; geophysical instrumentation; Ebre observatory*

1. Introducció.

L'Observatori de l'Ebre és una institució científica de caràcter privat situada a la ciutat de Roquetes (Baix Ebre). Des del 1904, any de la seva fundació, es dedica a l'estudi de les relacions Sol-Terra, és a dir, al seguiment de la canviant activitat solar i a la posterior incidència d'aquesta sobre diferents variables geofísiques relacionades amb el camp geomagnètic, la ionosfera, la meteorologia, etc. Influí en la selecció d'aquest tema d'estudi l'experiència que en observatoris geofísics tenien acumulada els membres de la Companyia de Jesús, fundadora del centre, i la proximitat en el temps de l'eclipsi de Sol del 30 d'agost de 1905, de caràcter total a la zona de Roquetes (Batlló, 1995a). El Sol és considerat, per tant, com a font de pertorbacions i no pas com estrella, i ens trobem llavors davant un observatori geofísic i no astronòmic.

Per tal de dur endavant aquest estudi, des d'un bon principi es van adquirir una sèrie d'aparells encaminats al seguiment de les variacions solars (Cirera, 1905), que se centraven en quatre punts principals: fotosfera, cromosfera, espectroscopia i radiació solar. En aquest treball es fa una descripció de l'evolució seguida pel contingut instrumental de la Secció Solar de l'Observatori, i es fa un incís especial en l'època daurada de la secció, aquella que va des de la creació de l'Observatori el 1904 fins a la dècada dels anys 30.

2. Presentació dels instruments

Cau fora de l'abast d'aquest article l'estudi de la física solar. Ens remetem a llibres com el de M. Styx (*The Sun*. Springer-Verlag, 1991) o el de H. Zirin (*Astrophysics of the Sun*. Cambridge University Press, 1988) per aprofundir sobre el tema. Ens permetem, però, descriure breument i de manera molt simple les característiques físiques fonamentals del Sol, per a un enteniment posterior correcte dels intruments que presentarem.

Hem d'entendre el Sol com una esfera de gas constituïda per tres capes principals que envolten el nucli: de dintre cap enfora, fotosfera, cromosfera i corona. La fotosfera es la capa des de la qual s'emet la major part de radiació solar visible. En ella trobem les fàcules, regions brillants properes al limb i produïdes per refracció de la llum, i les taques solars, regions fredes de camp magnètic molt elevat i de periodicitat coneguda d'onze anys, interval en el qual apareixen i desapareixen amb vides de l'ordre de dies a setmanes. La cromosfera és una capa prima que se'ns fa visible quan s'aïllen determinades longituds d'ona del seu espectre, tal com la H-alfa, i hi trobem les fulguracions, els flòculs o núvols de calci i les protuberàncies. Per acabar, la corona és la tènue atmosfera del Sol visible només durant eclipsis quan la Lluna oculta el disc solar.

La Secció Heliofísica, com era anomenada, se centrava en quatre d'aquests fenòmens que es donen en el Sol (Puig, 1927:103): les taques solars i les fàcules s'estudiaven amb el telescopi de montura equatorial Mailhat, els núvols de calci amb l'espectroheliògraf i les protuberàncies amb l'espectroscopi de protuberàncies. A més, l'espectrogoniòmetre permetia la mesura de les velocitats radials de núvols i protuberàncies. Es disposava de dos pavellons per realitzar el treball, un en forma de creu anomenat Astrofísic que només disposava d'una cúpula (actualment en té dues) i allotjava el telescopi equatorial, i un de més petit on hi havia instal·lat l'espectroscopi de protuberàncies. Aquests pavellons contenien, a més, altres instruments com el cercle meridià, els celòstats, etc.

Veiem amb una mica de deteniment cadascun d'aquests instruments.

Telescopi equatorial Mailhat. Aquest instrument va ser inaugurat al mateix temps que l'Observatori, i encara avui dia està en ús. Consta d'un doble tub, un per a les observacions visuals i projeccions i un per a l'obtenció de fotografies. L'objectiu mesura 162 mm de diàmetre, i s'obté, mitjançant amplificacions, una imatge fotogràfica del Sol de 10 cm de diàmetre (en un principi era de 20 cm; Balcells, 1908:25). El treball ordinari de l'equatorial era (i és) reconèixer i fotografiar diàriament el disc solar, per tal de poder controlar el nombre de taques solars (per generar els nombres de Wolf) i de fàcules. Només accidentalment s'ha emprat per fotografiar la Lluna, els planetes, cometes o estrelles. Originàriament el suport sobre el qual s'obtenien les fotografies eren plaques de vidre, però per comoditat es va passar posteriorment a emprar làmines d'acetat. Es conserven la major part de les fotografies solars realitzades, i disposem així d'un ampli arxiu d'imatges en una sèrie només interrompuda durant la Guerra Civil.

Espectroheliògraf. L'espectroheliògraf permetia fer fotografies del disc solar aïllant mitjançant col·limadors i escletxes la ratlla K de l'espectre. Així s'obtenia una fotografia diària dels vapors de calci provinents de l'atmosfera solar. L'aparell va quedar desmantellat per la Guerra, i mai no va tornar a funcionar correctament.

Espectroscopi de protuberàncies. L'espectroscopi va ser dissenyat per poder treballar acoblat a l'equatorial, però la dificultat a l'hora de realitzar les mesures va fer que treballés independentment. El funcionament de l'aparell, anomenat de Jansenn, consistia en la

descomposició de la llum de l'espectre solar, amb la qual cosa s'afeblia la llum difosa però les protuberàncies continuaven sortint com ratlles en l'espectre. Obrint suficientment l'escletxa, la figura brillant de la protuberància destacava sobre el fons menys intens de l'espectre difós. La llum col·limada passava a través d'un craticle de difracció Rowland, i els raigs anaven a centrar-se a un ocular per mesurar la base i l'alçada de les protuberàncies.

Espectrogoniòmetre. Amb aquest aparell es va poder dur a la pràctica la mesura de la velocitat radial de diferents fenòmens solars (posant en pràctica el conegut efecte Doppler). Mesurant les distàncies angulars entre ratlles de l'espectre, permetia conèixer el període de rotació solar, la velocitat de les protuberàncies o seguir el moviment dels vapors d'un grup de flòculs.

3. Instruments per al seguiment dels astres

Per tal de poder estudiar el Sol durant un lapsus de temps no instantani, els instruments havien de compensar el moviment d'aquest i també la rotació de la Terra. Així, per al registre dels flòculs se situava davant de l'espectroheliògraf un telescopi horitzontal format per un celòstat Grubb, el qual permetia obtenir una imatge fixa del Sol; i un altre davant de l'espectroscopi de protuberàncies, constituït per un sideròstat Lippman, que feia rotar el camp visual al voltant d'un punt fix. A més, l'espectroheliògraf necessitava d'un aparell motor per tal de poder fer escombrats de la superfície del Sol. Es feia servir una clepsidra, una bomba que gràcies al recorregut d'oli que empenyia un èmbol feia moure l'instrument de manera quasi uniforme. Per últim, l'equatorial disposava d'un pèndol Cooke, el qual gràcies a un electroimant comunicava al telescopi el moviment necessari per seguir els estels en cas de fotografies amb exposició.

4. Altres Instruments

A més dels instruments anomenats, l'Observatori en tenia d'altres per mesurar la radiació Solar, com per exemple l'actinòmetre d'Aragò, basat en la diferència de temperatures entre dos termòmetres, un dels quals es trobava dintre d'un recipient transparent i l'altre dins d'un recipient fosc; i el pirheliòmetre Angström, el qual mesurava el corrent necessari per escalfar una tira metàl·lica fins a la mateixa temperatura a la que ho faria el Sol i d'aquí s'obtenia la radiació solar incident. Un altre servei que oferia l'Observatori en relació amb l'observació dels astres era el servei horari, fonamental per transmetre l'hora de manera correcta a les diferents observacions. Un cop determinada la posició geogràfica amb un teodolit, l'hora es determinava amb un cercle meridià a través del pas d'estrelles pels sis fils del reticle de l'instrument.

5. Els instruments moderns

Amb el pas del temps es van anar adquirint nous instruments, com ara el filtre Lyot o el radiotelescopi solar, tots dos per raó de l'Any Geofísic Internacional (Cardús, 1983). El

primer, del qual només n'hi ha dotze a tot el món, va funcionar regularment durant les dècades dels seixanta i setanta, i obtenia fotografies de la cromosfera solar sobre pel·lícula contínua. El segon, poc sensible, va ser substituït l'any 1972 per un nou radiotelescopi donat per la NASA, que va acabar de funcionar als anys vuitanta per la manca de recanvis i per la impossibilitat de proporcionar-li un manteniment fix i una correcta explotació de les dades.

6. La Secció Solar avui

Avui dia, a banda de la mesura de la radiació, l'únic instrument de tots els anomenats que continua en funcionament és l'equatorial. Hi ha projectes per restaurar el filtre Lyot (Altadill i Solé, 1994), i també per crear un fons museístic que permeti la restauració dels instruments antics encara conservats: celòstats, cercle meridià, espectroheliògraf, espectrogoniòmetre i teodolit (de l'espectroscopi de protuberàncies només se'n conserven peces aïllades; Batlló, 1995b), els quals gairebé tots podrien tornar a funcionar amb la corresponent reparació; també es prepara la catalogació de tots els registres, gràfics o publicats en butlletins, obtinguts pels diferents instruments que formen ja part de la història de la Ciència del nostre país.

Bibliografia

ALTADILL, D.; SOLÉ, G. (1994). *Projecte de restauració de la Secció Solar de l'Observatori de l'Ebre. Obtenció d'imatges digitalitzades del Sol amb Càmeres CCD's*, Observatori de l'Ebre (comunicació interna).

BALCELLS, M. (1908). *La Observación Solar*. Memorias del Observatorio del Ebro núm. 2. Barcelona, G. Gili.

BATLLÓ, J. (1995a), «L'Observatori de l'Ebre», *Revista de Física*, 8, 41-46.

BATLLÓ, J. (1995b), «Instruments i altres materials d'interès científic conservats a l'Observatori de l'Ebre». A: PUIG-PLA, C. *et al.* (coords.). *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica als Països Catalans (Tarragona 1995),* Barcelona, SCHCT, 523-531.

CARDÚS, J.O. (1983), «El Observatorio del Ebro». A: CARDÚS, J.O. (ed.): *Contribuciones científicas para conmemorar el 75 aniversario del Observatorio del Ebro*, Memorias del Observatorio del Ebro núm. 14, Roquetes, Sugrañes y Cía.

CIRERA, R. (1906), *Noticia del Observatorio y de algunas observaciones del eclipse de 30 de Agosto de 1905.* Memorias del Observatorio del Ebro núm. 1. Barcelona, G. Gili.

PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro: Idea general sobre el mismo,* Tortosa, Algueró y Baiges.

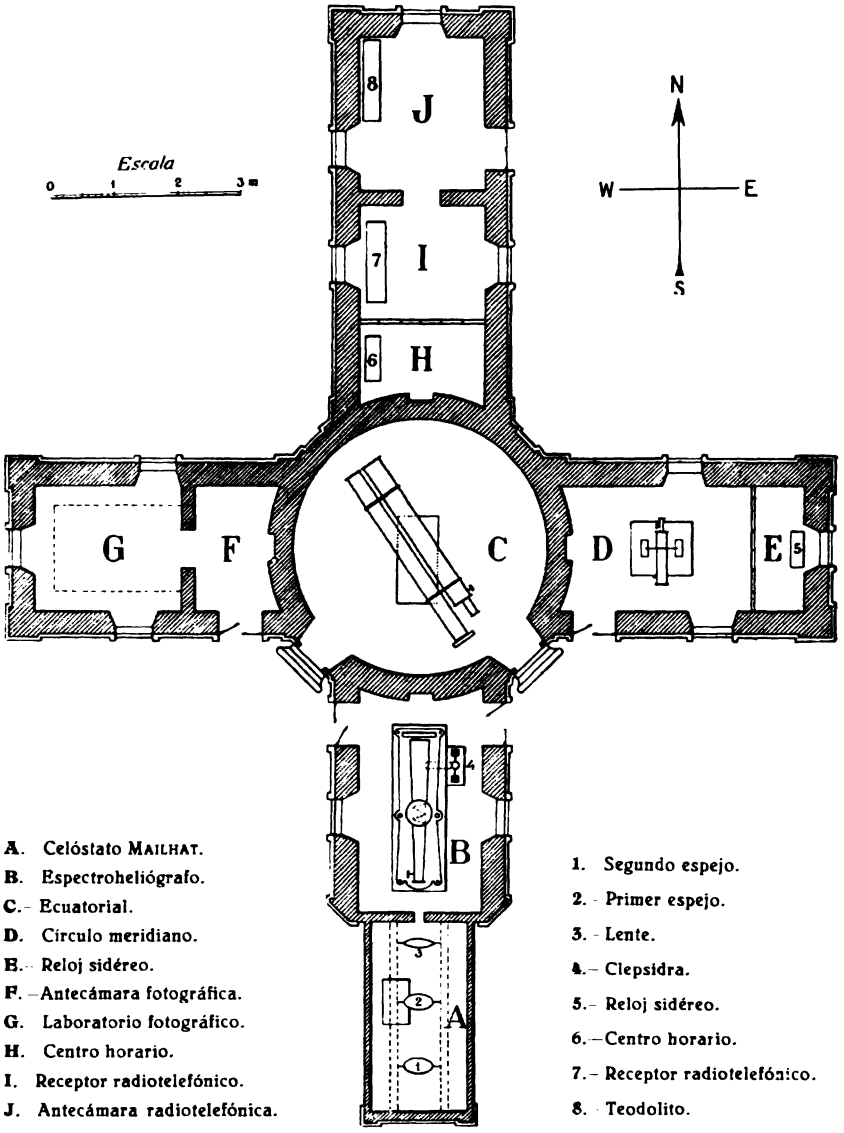


Figura 1. Plànol del Pavelló Astrofísic cap al 1920 (de Puig, 1927)

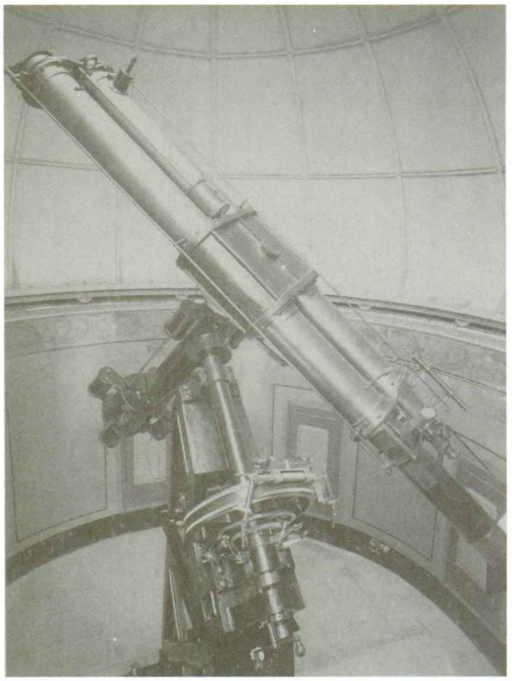


Figura 2. Telescopi equatorial Mailhat.

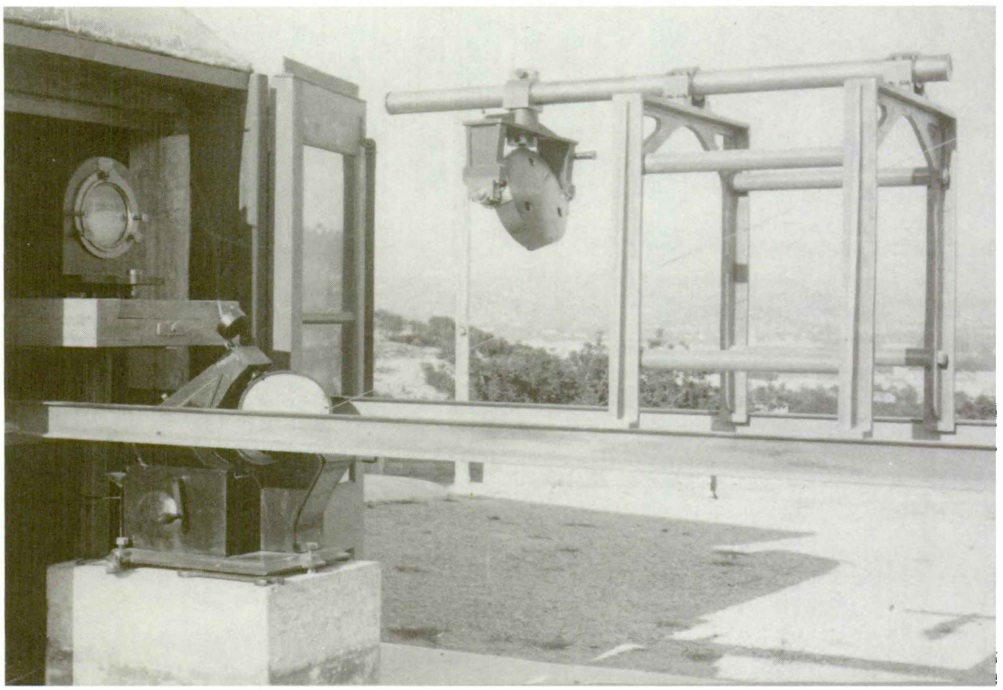


Figura 3. Celòstat Grubb

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 197-202

COL·LECCIÓ D'INSTRUMENTS CIENTÍFICS A L'OBSERVATORI FABRA

Marta González; Teresa Susagna; Josep M. Codina
Observatori Fabra. Rambla dels estudis, 115, 08002– Barcelona; Institut Cartogràfic de Catalunya. Parc de Montjuïc, 08038– Barcelona.

Paraules clau: *Observatori Fabra, instruments científics, astronomia, meteorologia, sismologia.*

Scientific Instruments collection at the Fabra Observatory

Summary: *Since its foundation in 1904 the Fabra Observatory has operated an important number of measuring instruments installed. Some of the old instruments have been maintained in operation up to the present, sometimes close to new equipment. Hence, long, homogeneous and properly calibrated, series of astronomical and geophysical data are now available. The joint operation of old and modern instruments make possible a comparison and calibration of data. Some old instruments now not in operation but in a very good preservation state are kept at its original installation place. For the instruments that were removed in the past the Observatory has set up some exhibition areas that can be visited by the general public.*

Key words: *Fabra Observatory, scientific instruments, astronomy, meteorology and seismology.*

1. Introducció

L'Observatori Fabra pertany a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Construït gràcies a un llegat del Sr. Camil Fabra, primer marquès d'Alella, va ser inaugurat l'any 1904 pel Rei Alfons XIII. El seu edifici és obra de l'arquitecte modernista Josep Domènech Estapà. Han estat directors de l'Observatori Fabra: Josep Comas i Solà, Eduard Fontseré i Riba, Isidre Pòlit i Buxareu i Joaquin Febrer i Carbó. A l'Observatori Fabra s'hi troba una bona col·lecció d'instruments científics, la majoria dels quals s'han utilitzat al llarg d'aquest segle. Alguns d'aquest equips continuen encara en funcionament en les Seccions d'Astronomia, Meteorologia i Sismologia. Això permet disposar d'una llarga sèrie de mesures homogènia, ja que està obtinguda amb els mateixos instruments.

2. Secció Astronòmica

L'Observatori (figura 1) es dedica a l'astrometria fotogràfica (determinació de la posició d'astres amb gran precisió pel mètode fotogràfic) de petits planetes i cometes.

L'Observatori forma part de la xarxa internacional d'astrometria de la Unió Astronòmica Internacional, amb el codi 006, entre els observatoris de dedicació més antiga, d'entre més d'un miler d'Observatoris.

Dels aparells antics en funcionament des de 1904, d'aquesta Secció destaquem el telescopi equatorial de la marca Mailhat (figura 2). És un refractor doble visual i fotogràfic, de focal llarga. D'aquesta classe és el més gran d'Espanya (el segon quant a obertura) i un dels primers d'Europa encara operatius. Aquest telescopi té objectius de 38 cm de diàmetre i distancies focals de 6 m per el tub visual i 4 m per el fotogràfic. A partir d'observacions fetes amb aquest aparell, el primer director de l'Observatori, J. Comas i Solà, va insinuar per primera vegada l'existència d'atmosfera a Tità.

Per altra banda, el mateix astrònom va aconseguir descobriments únics a l'història dels observatoris espanyols: 12 petits plantes i 2 cometes (un d'ells periòdic, el Comas Solà).

Com a exemple representatiu d'imatges obtingudes amb aquest telescopi es pot presentar una fotografia del cometa Halley obtinguda a l'Observatori Fabra el 3 de Juny de 1910, quan l'astre s'allunyava del sol. Cal destacar que en el segon pas del mateix cometa els anys 1985 i 1986 l'Observatori el va observar novament amb un intens seguiment astromètric.

En aquesta secció hi ha altres aparells que són operatius, com el macromicròmetre i el cercle meridià, que es conserven en el seu emplaçament original, encara que no s'utilitzen. El macromicròmetre, de la casa Prin, és un aparell utilitzat en els observatoris que desenvolupaven programes astromètrics, per a mesurar amb precisió les coordenades dels astres en les plaques fotogràfiques. Actualment ha estat substituït per equips moderns que subministren les dades molt més eficaçment.

El cercle meridià és un instrument d'elevada precisió destinat a determinar les coordenades (posició) de les estrelles de manera absoluta o directa i a determinar l'hora per observació astronòmica (o bé l'estat de rotació de la terra). Té un objectiu de 20 cm de diàmetre i 2 m de distància focal.

3. Secció Meteorològica

Aquesta secció, en funcionament des de 1913, es dedica a l'estudi de la climatologia local. Efectua quatre observacions completes diàries (a les 0 h, 7 h, 13 h, 18 h Temps Universal, segons normes internacionals) de totes les variables meteorològiques: temperatures, vent, humitat, precipitació, etc. Durant tot aquest període, la tasca realitzada es caracteritza per tres quarts de segle d'observacions diàries sense cap interrupció, realitzades amb molta precisió i en el mateix emplaçament. Totes aquestes dades estan publicades en els butlletins de l'Observatori Fabra. Dins d'aquesta secció, pel que fa a aparells antics en funcionament, cal destacar el pluviògraf Jardí (utilitzat des de 1927), projectat pel Dr. Ramon Jardí i acceptat mundialment per a mesurar la intensitat de pluja (Jardí, 1921). Té una especial importància el conjunt de registres de la intensitat de la pluja, fins al punt que difícilment s'en troba un altre comparable entre els observatoris mundials. La intensitat excepcio-

nal de 8 mm/minut (480 mm/hora), és el valor més elevat registrat a l'Observatori en la sèrie de 70 anys de registres.

L'Anemòmetre Bourdon-Jardí modificat pel Dr. Ramon Jardí en 1915 (Jardí,1912-1914), registra la direcció del vent mecànicament per la rotació del penell i la velocitat del vent neumàticament, per efecte venturi. El Dr. Ramon Jardí va renovar substancialment l'aparell inicial de la casa Bourdon i el va deixar en excel·lents condicions de funcionament.

4. Secció Sismològica

Aquesta Secció va entrar en funcionament en 1907 amb la instal·lació de diferents sismògrafs d'origen Italià, com són Cancani, Agamennone i Vicentini (Susagna, 1997). Aquest últim, que es mostra a la figura 3, es conserva actualment en el seu emplaçament original.

La Secció Sismològica, amb un especial interès per la sismicitat regional, col·labora actualment amb el Servei Geològic de l'Institut Cartogràfic de Catalunya en la determinació de la sismicitat instrumental (*Butlletí sismològic* de l'Institut Cartogràfic de Catalunya) i en l'anàlisi macrosísmic dels sismes percebuts. Aquest estudis, desenvolupats des de principis de segle per aquesta Secció, han proporcionat un bon coneixement de les característiques sísmiques de la nostra regió. Els equips també enregistren terratrèmols de qualsevol altre punt de la Terra.

La Secció de Sismologia manté en funcionament els sismògrafs Mainka de dues components horitzontals, de llarg període, des de 1914. Aquests equips registren de manera mecànica sobre paper fumat sismes amb epicentres en diferents indrets del planeta i han format una sèrie de 84 anys de dades enregistrades. Es disposa dels terratrèmols més intensos ocorreguts aquest segle a Catalunya, com són el del 19 de novembre de 1923 a la Vall d'Aran (figura 4), d'intensitat màxima VIII (escala M.S.K) i una magnitud calculada de 5.6 (Susagna *et al.*,1994) i el de l'any 1927 a Sant Celoni, d'intensitat màxima VII (escala MSK).

5. Importància de la conservació d'instruments antics

El fet que aquests aparells continuin en funcionament, a vegades al costat d'altres equips mes moderns, garanteix el seu bon estat de conservació i fa palesa la utilitat de les seves mesures. És a dir, es disposa d'una sèrie llarga i alhora homogènia de mesures ben calibrades i realitzades amb el mateix aparell. Unes dades d'aquestes característiques són molt valuoses, especialment en els camps de la Meteorologia i Sismologia, on l'estudi dels períodes de recurrència dels fenòmens fa necessari disposar de sèries temporals llargues d'observació.

En el cas de l'Astronomia és important disposar de plaques fotogràfiques antigues per a poder estudiar els moviments propis de les estrelles, amb la comparació de les posicions observades al llarg de tot el segle, com també per a la identificació d'astres (que han presentat importants variacions o han estat detectats posteriorment).

Les sèries temporals de dades obtingudes en els tres camps són: en astronomia, de 94 anys, en meteorologia, de 84 anys i en sismologia, de 91 anys.

La remodelació de l'Observatori Fabra l'any 1992 ha permès adequar recintes per mostrar al públic part dels aparells antics de l'Observatori actualment fora de servei.

Bibliografia

BUTLLETÍ DE L'OBSERVATORI FABRA, Seccions Meteorològica i Sísmica, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, Barcelona.

BUTLLETÍ SISMOLÒGIC DE L'INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA. (1984-1997), Dept. de Política Territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

JARDÍ, R. (1912-1914), « El anemómetro de aspiración del Observatorio Fabra», *Boletin de la Sociedad Astronómica de Barcelona*, 470-473.

JARDÍ, R. (1921), «Un pluviògraf d'intensitats», *Notes d'Estudi del Servei Meteorològic de Catalunya*, *I*, núm. 2, 12 p.

SUSAGNA, T.; ROCA, A.; GOULA, X.;.BATLLÓ, J. (1994), « Analysis of Macroseismic and instrumental data for the study of the 19 November 1923 Earthquake in the Aran Valley (Central Pyrenees)», *Natural Hazards, 10*, 7-17.

SUSAGNA, T.; BATLLÓ, J.; ROCA, A. (1997) «Seismographs, seismograms and related materials preserved in Catalonia (NE Spain)», *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, 13*, 37-48.

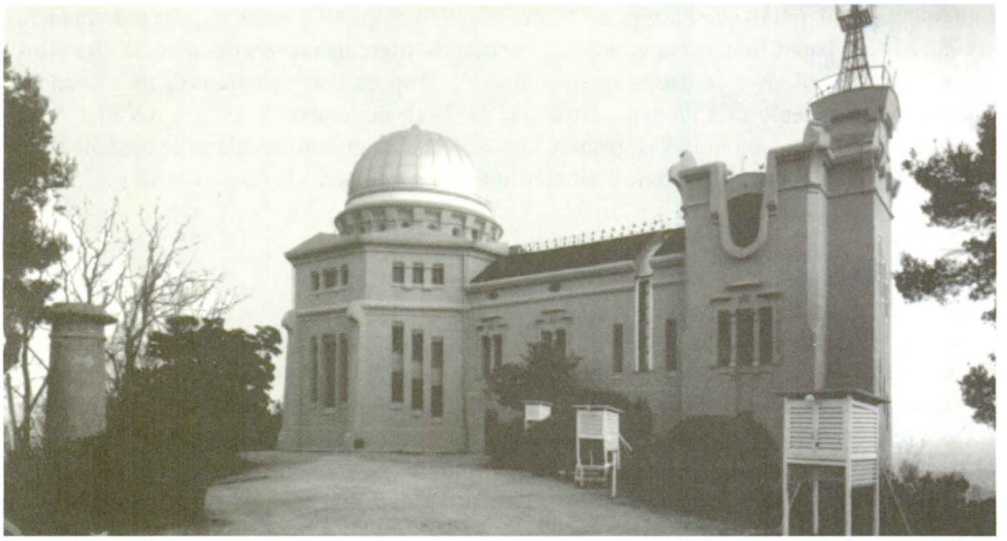


Figura 1. Vista de l'Obsevatori Fabra

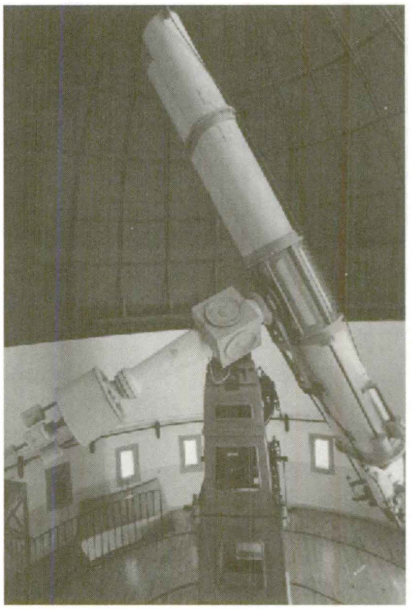


Figura 2. Telescopi equatorial de la marca Mailhat

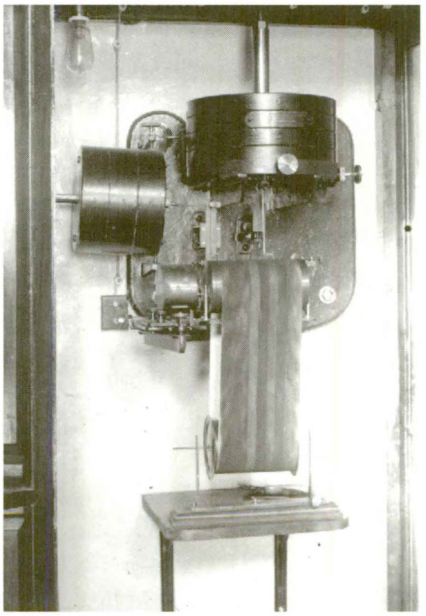


Figura 3. Fotografia del sismògraf Vicentini

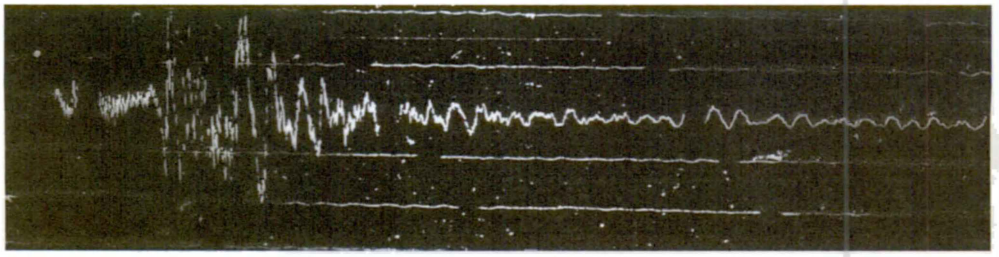


Figura 4. Registre de la component N del sismògraf Mainka del sisme del dia 19 de novembre de 1923 amb epicentre a la Vall d'Aran.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 203-209

LA FÍSICA AL LABORATORI A L'EUETIB I L'EUETIT A PRINCIPIS DE SEGLE

Víctor Grau i Torre-Marin i Carme Hervada i Sala; Olga Alcaraz i Sendra
Dept. de Física i Enginyeria Nuclear. Escola Universitaria d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa, UPC; Dept. de Mecànica de Fluids, Termotècnia i Física Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona.

Paraules clau: *galvanòmetre, Max-Kohl, Atwood, Newton, història, electricitat, mecànica, òptica, ensenyament.*

Experimental physics in the EUETIB and the EUETIT at the beginnings of the XXth century

Summary: *Both technical engineering schools, from Barcelona (EUETIB) and from Terrassa (EUETIT) have very old beginnings. In fact, they are quite one century old. This is why they have very old teaching skills. In their beginnings they were more technical, but they went to a more universitary way of teaching. So, their laboratories have many sets and old kits many of that have last until today in a quite good state. In this work, some of them are shown, with a brief description as well as their use. This will help us to better understand how physics was teach and learned.*

Key words: *galvanometer, Max-Kohl, Atwood, Newton, history, electricity, mechanics, optics, teaching.*

1. Breu resum d'història de l'EUETIB i l'EUETIT

1.1. L'Escola Industrial de Terrassa

El 3 de febrer de 1902 van començar les classes a l'Escola Superior d'Indústries de Terrassa. L'any 1904 es va inaugurar el nou, històric (clar exponent del modernisme català) i actual edifici del carrer Colom que, des de llavors es coneix com a l'Escola Industrial de Terrassa i que, actualment, és la seu de l'EUETIT, l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa. El 1906 en va sortir la primera promoció d'Enginyers d'Indústries Tèxtils. Des de llavors ençà, n'han sortit desenes de promocions d'enginyers especialistes en els camps tèxtil, químic, mecànic, elèctric i electrònic.

La història de l'Escola ha estat a bastament il·lustrada i recollida pels historiadors Lluís G. Ventalló i Vergés, Federico López Arno o Daniel Blanxart, als treballs dels quals poden recórrer els més interessats.

Només volem destacar que en els seus inicis l'escola estava composta per sis professors numeraris i un d'interí ajudats en les seves tasques per dos auxiliars interins, tres ajudants repetidors interins i un mestre de taller. De les 43 assignatures que impartien, dues, la física industrial i l'ampliació de física industrial es feien a l'antic gabinet de física, espai que actualment és ocupat pel laboratori de física. En aquestes dues assignatures es donaven les bases de la física que serien ampliades en funció de l'especialitat dels estudis. Per això a l'antic gabinet hi havia aparells per a fer demostracions pràctiques en qualsevol de les branques de la física. Actualment, a l'escola només hi ha algun exemplar escadusser del material emprat llavors perquè fou donat en la seva gran majoria al Museu de la Ciència i la Tècnica de Terrassa.

1.2. Breu història de l'EUETIB

L'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial, successora de l'Escola Industrial, té el seu origen en el Centre d'Ensenyament Tècnic creat per la mancomunitat i autoritzat per un reial decret de 1904.

El Centre estava ubicat al carrer Urgell, en els edificis del llegat Batlló. La seva representació i administració corria a càrrec del Patronat de l'Escola Industrial, el President del qual era el de la Diputació de Barcelona. En aquest Centre foren creats l'Escola de Directors d'Indústries Tèxtils (1909) i l'Institut d'Electricitat Aplicada (1917), on, amb encertada visió de futur, es tractava d'unir la tasca docent amb la d'investigació al servei de la indústria.

El 1919, l'Institut fou ampliat a Mecànica. Finalment al 1920, es va crear l'Escola de Directors d'Indústries Químiques, i es completà així l'ensenyament de totes les especialitats tècniques industrials de l'època. L'any 1927, l'Estat reconegué oficialment aquests estudis.

Amb l'adveniment de la Generalitat, l'any 1931, l'Escola recupera l'antic esplendor fins a la Guerra Civil. Finalitzada aquesta, també varen acabar-se les llibertats civils, polítiques i culturals de Catalunya. L'Escola va entrar en el període més obscur i gris de la seva història, que va durar fins la dècada dels seixanta.

L'any 1966 l'Escola encara era «Centro No Estatal Reconocido», i era necessària la intervenció d'un tribunal nomenat pel Ministeri per jutjar els exercicis de revàlida.

El Decret 2293/73 va fer necessària l'adscripció a una universitat, i es convertí en l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, adscrita a la Universitat Politècnica de Catalunya. En aquest centre s'han ofertat estudis d'enginyeria ininterrompudament des de principis de segle i encara ara segueix en plena activitat.

2. Descripció d'alguns instruments emprats al laboratori.

2.1. Màquina d'Atwood

Per a demostrar que l'acceleració que la Terra dóna a tots els cossos que cauen és la mateixa, se solia emprar la Màquina d'Atwood. Aquesta màquina consisteix en una politja sense massa ni frec, per la qual passa una corda. Als seus extrems s'hi pengen dues masses conegudes. Determinant-ne les acceleracions es pot calcular g amb força precisió. Com més

semblants siguin les dues masses més petita serà l'acceleració i, per tant, la mesura serà més acurada.

Per a mesurar l'acceleració es fa servir el regle graduat solidari amb la màquina i un cronòmetre. El moviment de les masses comença quan s'allibera el fre.

La màquina que es conserva a l'escola té una antiguitat superior a la de l'escola industrial, tal com es pot llegir a la placa dedicada, signada el 1887.

2.2 Galvanòmetre de la casa Hartmann & Braun

Aquest galvanòmetre és un galvanòmetre electromagnètic i es caracteritza per la presència d'una agulla imantada situada entre dues bobines i suspesa d'un fil.

Per a reduir la influència del camp magnètic terrestre en lloc de treballar amb un únic imant, s'utilitza un sistema astàtic format per dos imants units per una vareta i disposats paral·lelament amb la polaritat oposada, de manera que el moment magnètic del sistema sigui el més reduït possible. Un dels imants es troba dins del bobinat i l'altre fora. Les línies del camp magnètic generat pel corrent tenen sentit oposat a l'interior i a l'exterior del bobinat; d'aquesta manera els dos imants del sistema astàtic tendeixen a arrenglerar-se amb el camp.

El principi de funcionament és senzill. El corrent que travessa els bobinats genera un camp magnètic que fa girar el sistema astàtic, l'angle de rotació és proporcional a la intensitat de corrent. Quan el fil gira també gira el braç semicircular i indica la lectura a l'escala que hi ha marcada sobre el suport de fusta.

Les dues bobines es poden connectar en sèrie o bé s'hi poden fer circular corrents en sentits oposats i utilitzar l'aparell com a galvanòmetre diferencial.

El galvanòmetre està muntat sobre un trípode de fusta i tapat per una campana de vidre que impedeix que els corrents d'aire distorsionin les mesures. Les dimensions de l'aparell i la seva sensibilitat fan que sigui apropiat per a experiències escolars.

2.3. Galvanòmetre universal

Aparell de precisió de la casa Siemens per a la mesura de resistències, tensions, intensitats, aïllaments i defectes en línies de corrent. Fabricat durant la dècada dels anys 1920, l'hem trobat amb el mateix disseny en els catàlegs de la casa Max Kohl.

L'element més destacable d'aquest aparell és la resistència d'1 Ohm muntada sobre l'escala circular graduada, que li dóna el seu aspecte característic. El seu contacte mòbil pot situar-se amb gran precisió sobre qualsevol punt.

Incorpora també diverses resistències fixes d'1, 9, 90 i 900 Ohm que poden connectar-se al galvanòmetre traient la clavilla corresponent. La clavilla central serveix per a unir els borns III i IV quan la mesura ho requereixi.

Per a canviar les escales de mesures es podien adquirir resistències addicionals, així com una bobina d'inducció per a generar corrents alterns i el receptor telefònic per a les mesures amb corrent altern.

El telèfon s'usava perquè la ràpida oscil·lació del corrent altern no podia ser seguida pel galvanòmetre. En aquestes situacions, el que es feia era substituir-lo per un telèfon, que

adientment connectat al pont de Wheatstone produïa un soroll la intensitat del qual era mínima si el pont estava equilibrat. En aquell moment s'obtenia el valor de la magnitud a mesurar. En el panell frontal hi ha dibuixats els diferents esquemes de connexió per a cada tipus de mesura que cal fer.

2.4. Aparell per a explicar la llei d'Ohm

Aquest aparell, anomenat de Götze, servia per a il·lustrar la llei d'Ohm. L'aparell consta d'una resistència variable, un voltímetre en paral·lel, un amperímetre i un ohmímetre connectats en sèrie.

El trobem ressenyat a catàlegs dels anys 20 i 30 (Max Kohl A. G., Chemnitz), els altres dispositius a la venda eren models hidrodinàmics que il·lustraven la llei comparant-la amb una conducció d'aigua (per exemple el de Rüdorff-Lüpke, *Grundrig der Chemie,* 12a edició). Malgrat la seva antiguitat hem trobat a l'EUETIB una peça adquirida als anys 1970 que segueix exactament la mateixa forma. L'encertat disseny de l'instrument, la seva claredat per a l'estudiant i senzillesa són potser els elements que el van fer perdurar en la seva forma original. L'ohmímetre no és més que un amperímetre amb l'escala graduada situant l'infinit en el punt de desviació zero de l'agulla. Amb la rodeta giratòria se selecciona el fragment de resistència que es desitja i connectant l'aparell a una tensió de 4 V s'estudia la variació de la intensitat en funció de la resistència.

2.5. Disc de Newton

Aquest disc pertany al laboratori de física de l'EUETIT. El constructor és desconegut i data aproximadament dels anys 1920. El mecanisme per a fer girar el disc és la principal diferència entre els diferents models. En el catàleg de la casa Max Kohl A. G. Chemnitz, n'hi trobem dos: un d'accionat amb una maneta i engranatges i l'altre que es feia girar com una baldufa. L'aparell que estem descrivint es feia girar embolicant un fil al tambor de l'eix i estirant-lo. L'objectiu de l'aparell era mostrar com la mescla additiva de llums de diferents colors dóna com a resultat el color blanc. Per a aconseguir-ho es fa girar ràpidament el disc on hi ha franges pintades de diferents colors i s'observa un disc homogeni de color blanquinós.

Agraïments

Agraïm als departaments d'Electrotècnia i de Mecànica de Fluids, Termotècnia i Física de l'EUETIB i també al departament de Física i Enginyeria Nuclear de l'EUETIT que ens hagin permès d'accedir als seus fons d'instruments antics de laboratori. Agraïm també, a la restauradora Sílvia Terol i Ledesma la seva obra de desinfecció, neteja i consolidació de la màquina d'Atwood.

Bibliografia

MARGENAU, H; WATSON, W.W. (1960). *Principios y aplicaciones de la física,* Barcelona, Ed. Reverté.
SCHAEFER, C; BERGMANN, L. (1946). *Prácticas fundamentales de física*, Barcelona, Ed. Labor.
Catàlegs de la casa Max Kohl A. G. (1928). Chemnitz.
Catàleg d'instruments antics del Dipartimento di Fisica de la Università di Catania, http://axpfct.ct.infn.it/~museo/

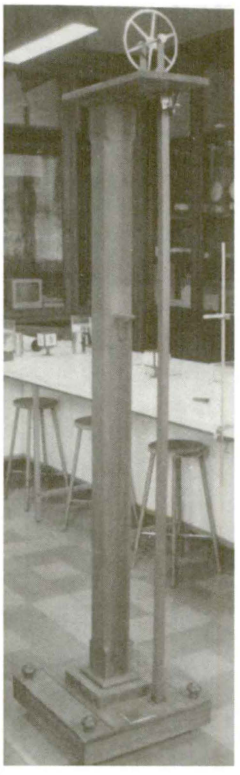


Figura 1. Màquina d'Atwood

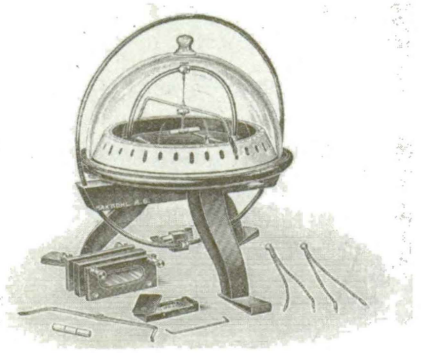


Figura 2. Galvanòmetre de la casa Hartmann & Braun

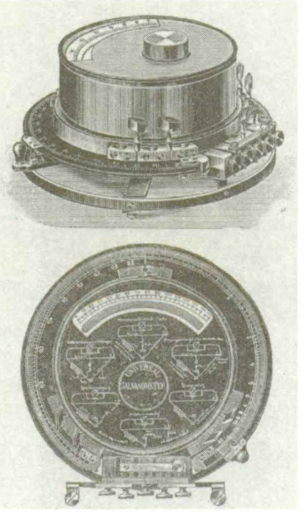


Figura 3. Galvanòmetre universal

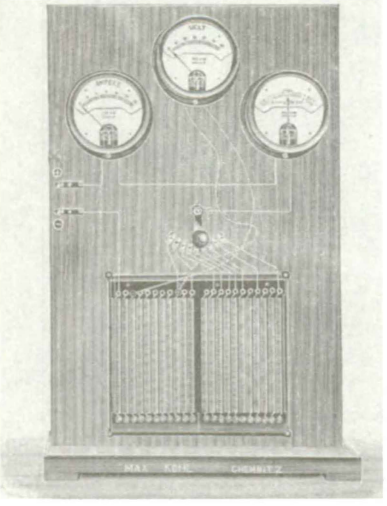


Figura 4. Aparell per a explicar la llei d'Ohm

Figura 5. Disc de Newton

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 211-217

CONSIDERACIONS SOBRE ALGUNS INSTRUMENTS CIENTÍFICS DEL MUSEU DE GEOLOGIA DE BARCELONA

Alícia Masriera
Museu de Geologia de Barcelona

Paraules claus: *instruments científics, goniòmetre, microscopi, espectroscopi, fotografia, Museu de Geologia, Barcelona, Espanya*

Some considerations about some scientific instruments of the Geological Museum of Barcelona (Spain)

Summary: *The Geological Museum of Barcelona, founded in 1878, keeps some old scientific instruments, essentially optic instruments, used by ancient researchers in their usual work for mineralogical, petrological and cristallographical studies. The most important are two goniometers, a petrological microscope, a spectroscope and a photographic camera (XIXth century). These instruments are nowadays of important scientific and historical value for the museum.*

Key words: *scientific instruments, goniometer, microscope, spectroscope, photography, Geological Museum, Barcelona, Spain*

La programació d'una sessió temàtica sobre «Els instruments científics» dins de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica, celebrades el mes de desembre de 1998 a Tortosa, ens va semblar molt oportuna per mostrar les fotografies d'alguns aparells científics antics que es conserven al Museu de Geologia de Barcelona.

La nota, que va ser presentada en forma de pòster, té una doble finalitat: deixar constància de l'existència d'aquests aparells i documentar-los. Alguns d'ells, construïts a finals del segle XIX, aviat tindran dos segles, i, a les portes del segle XXI, el seu interès científic, històric i patrimonial augmentarà indubtablement.

Es tracta principalment d'aparellatge òptic que fou utilitzat per alguns dels investigadors i conservadors del Museu Martorell, actualment Museu de Geologia de Barcelona, (Masriera, 1978) des de finals del segle XIX fins a la primera meitat del segle XX. Suposem, a través de les publicacions i activitat científica dels doctors Pardillo Vaquer, Marcet Riba, Faura i Sans, San Miguel de la Cámara, Soriano Garcés, entre d'altres, que els aparells figurats, principalment els dos goniòmetres, el microscopi polaritzant amb platina teodolítica de Fedorow (Pardillo,

1921), l'espectroscopi i un aparell fotogràfic de notables dimensions per a plaques de vidre, foren eines habitualment utilitzades per aquests investigadors en els seus treballs de recerca.

L'estat de conservació d'aquest instrumental és bo tot i que, en algun cas, hi manquen accessoris que fins al moment no ens ha estat possible restituir. Ens agradaria, però, poder completar els aparells en un futur immediat. S'ha de tenir en compte que existeixen catàlegs i publicacions que fan referència a diferents tipus d'aparells científics antics, que els revaloritzen si aquests estan complets i són utilitzables. Particularment és interessant de citar l'excel·lent treball de recopilació d'aparells de medició cristal·logràfica d'Ulrich Burchard (1998), pel que fa als dos goniòmetres òptics que posseeix el Museu, que daten de la primera meitat d'aquest segle.

El Dr. Pardillo, cristal·lògraf i mineralogista vinculat al Museu des de 1916 fins a 1954, és amb tota seguretat la persona que va adquirir el goniòmetre, el microscopi amb platina de Fedorow (Pardillo, 1921) i l'espectroscopi de la firma Fuess d'Alemanya, una de les millors marques del món en matèria d'òptica cristal·lina des de 1865 fins als anys 70.

Llistat d'instruments i observacions

Núm. R. 7306 (AFM)
MICROSCOPI PETROGRÀFIC AMB PLATINA DE FEDOROW
R. Fuess. Berlin – Steglitz, Alemanya.
Incomplet. Adquirit l'any 1920 (Pardillo, 1921). Vegeu Klockmann & Ramdohr (1955), fig. 1.

Núm. R. 7307 (AFM)
GONIÒMETRE TEODOLÍTIC
R. Fuess. Berlin – Steglitz, Alemanya.
Complet. Vegeu Klockmann & Ramdohr (1955) i Burchard (1998), fig. 2.

Núm. R. 7305 (AFM)
ESPECTROSCOPI
R. Fuess. Berlin – Steglitz, Alemanya.
Complet. Vegeu Curtman (1959), p. 530-533, fig. 3.

Núm. R. 7303 (AFM)
GONIÒMETRE DE REFLEXIÓ
Société Genevoise pour la Construction d'Instruments de Physique. Genève, Suïssa.
Complet. Adquirit a J.Ganzer, de Barcelona. Vegeu Klockmann & Ramdohr (1955) i Burchard (1998), fig. 4.

Núm. R. 7304 (AFM)
MICROSCOPI BINOCULAR
Spencer. Buffalo, U.S.A.
Complet. Tres objectius. fig. 5.
Núm. R. 7302 (AFM)

VISOR ESTEREOSCÒPIC PER A PLAQUES DE VIDRE
Unis. França.
El Museu conserva una col·lecció de plaques de vidre en positiu i negatiu per visió estereoscòpica adaptables a aquest aparell sobre paisatges naturals. fig. 6.

Núm. R. 7671 (AFM)
MÀQUINA FOTOGRÀFICA PER A PLAQUES DE VIDRE AMB TRÍPODE DE FERRO
Falta la guia que adapta la càmera i les diferents posicions de la manxa al trípode. Hi consta la següent informació «Carl Zeiss –Jena– Nr.1857». Té com a accessori un obturador de cortina de la firma Thornton-Pickard (Altrincham-England), firma que existí de 1888 a 1940. fig. 7a.
Aquest aparell de fotografia amb trípode inclòs, és idèntic a la màquina que utilitzà Rafael Castro y Ordóñez en l'expedició científica espanyola a Amèrica dels anys 1862-1866 (Miller, 1983: 30) en la qual participava com a fotògraf i dibuixant. fig. 7b.

Agraïments

Volem fer palesa la nostra gratitud a l'autor de les fotografies, Sr. Ramon Muro de l'Arxiu Fotogràfic de Museus (AHCB) i al Sr. Eduard Ullastre Serra que tan gentilment va dissenyar el pòster presentat durant les sessions científiques de les V Trobades. Aquest pòster, que no ens és possible de reproduir aquí, es conserva al Museu de Geologia per a la seva exposició com a complement dels instruments dels quals hem deixat constància. Rebi també el nostre agraïment la casa ARPISERRA de Barcelona que ens proporcionà informació sobre l'obturador de cortina de la casa Thornton-Pickard, accessori de la càmera fotogràfica de la fig. 7a. I finalment felicitem al Comitè Organitzador de les V Trobades de la Ciència i de la Tècnica, que en considerar un apartat sobre els instruments científics, ens ha permès donar a conèixer un patrimoni científic i històric que hem de conservar per a la posteritat.

Bibliografia

BURCHARD, V. (1998). «History of the development of the Crystallographic Goniometer», *The Mineralogical Record, 29(6)*, 517-583
CURTMAN, L.J. (1959). *Análisis químico cualitativo.* Barcelona, Manuel Marín & Cia. Editores.
KLOCKMANN, F.; RAMDOHR, P. (1955). *Tratado de Mineralogía.* 2a ed., Barcelona, Ed. Gustavo Gili.
MASRIERA, A. (1978). *El Museu de Geologia (Museu Martorell): un segle d'història.* Barcelona, Ajuntament de Barcelona.
MILLER, R. Ryal (1983). *Por la ciencia y la glória nacional: la expedición científica española a América (1862-1866).* Barcelona, Ed. Serbal.
PARDILLO, F. (1921). «Escolecita de Estopanyà (Huesca)», *Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, 16(12), 405-410.

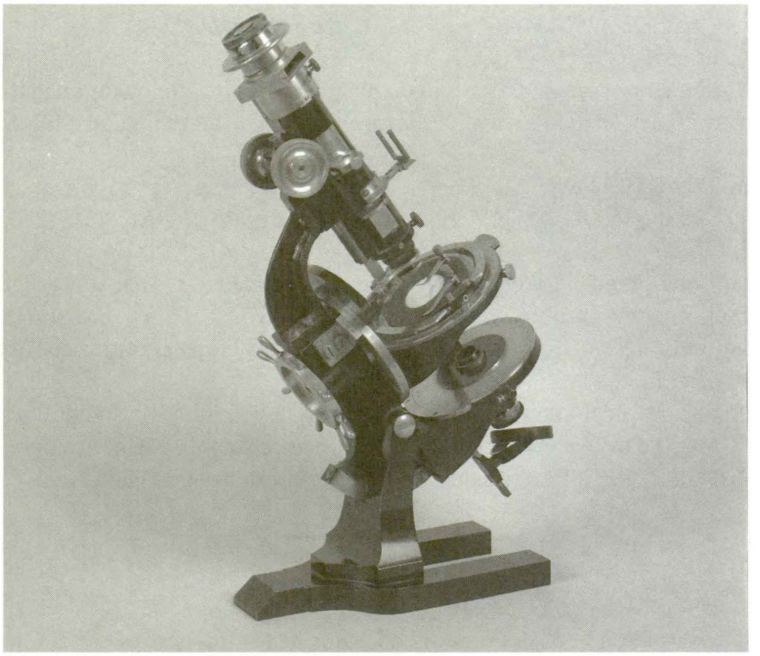


Figura 1: Microscopi petrogràfic amb platina de Fedorow

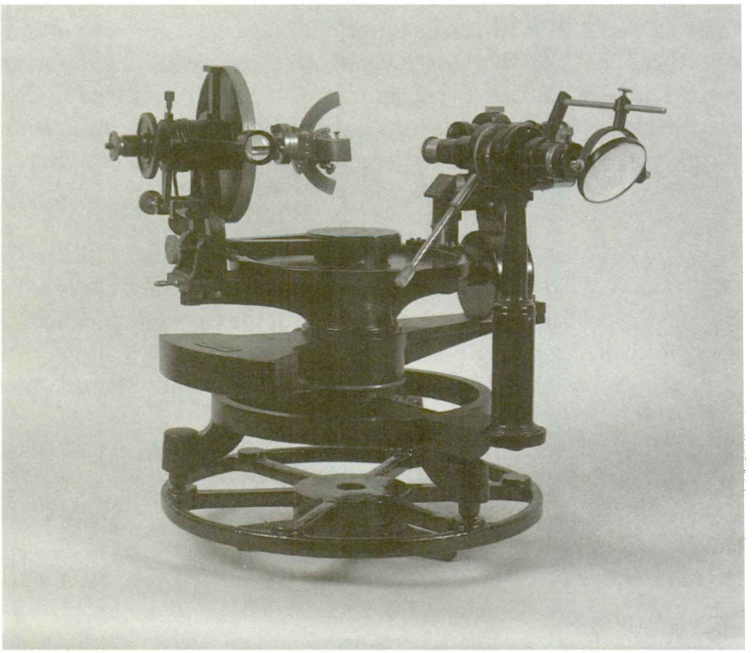


Figura 2: Goniòmetre teodolític.

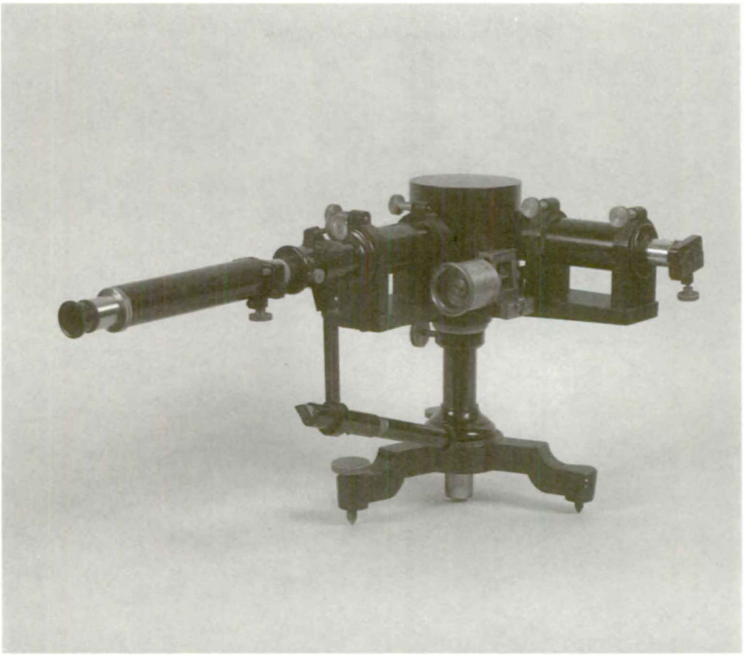


Figura 3: Espectroscopi.

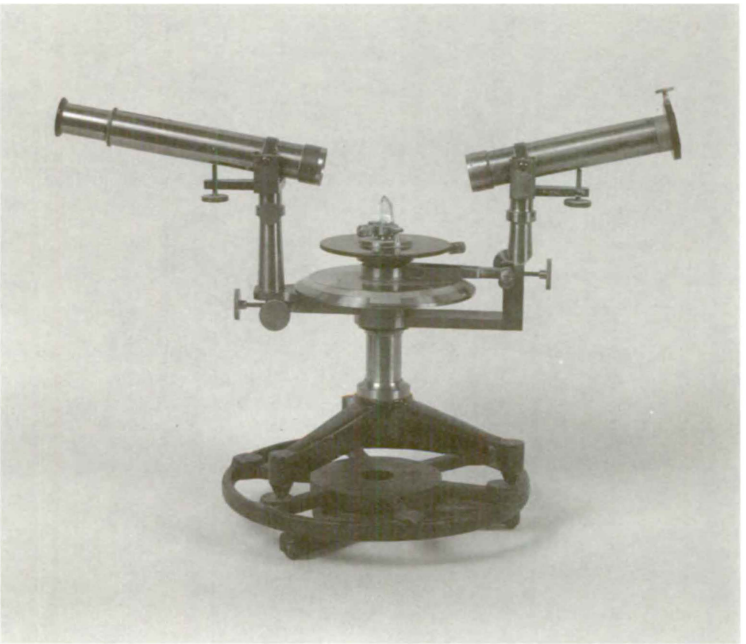


Figura 4: Goniòmetre de reflexió.

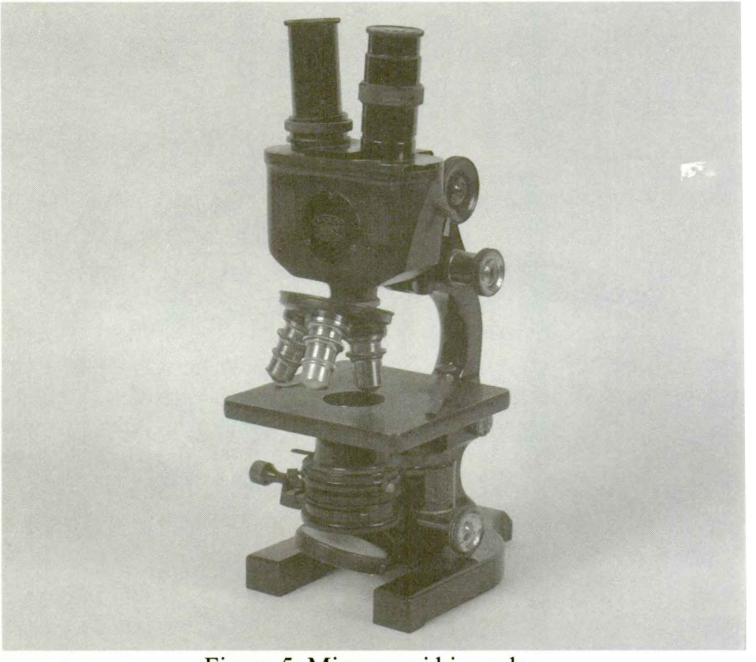


Figura 5: Microscopi binocular.

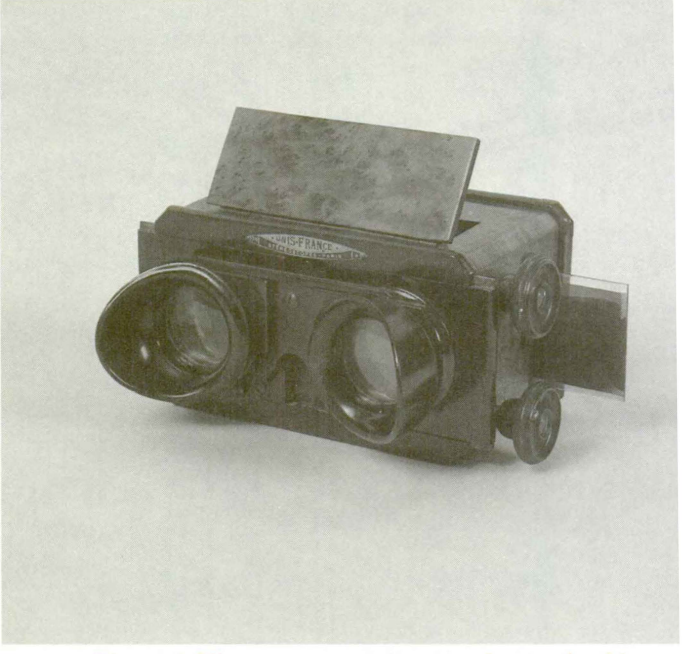
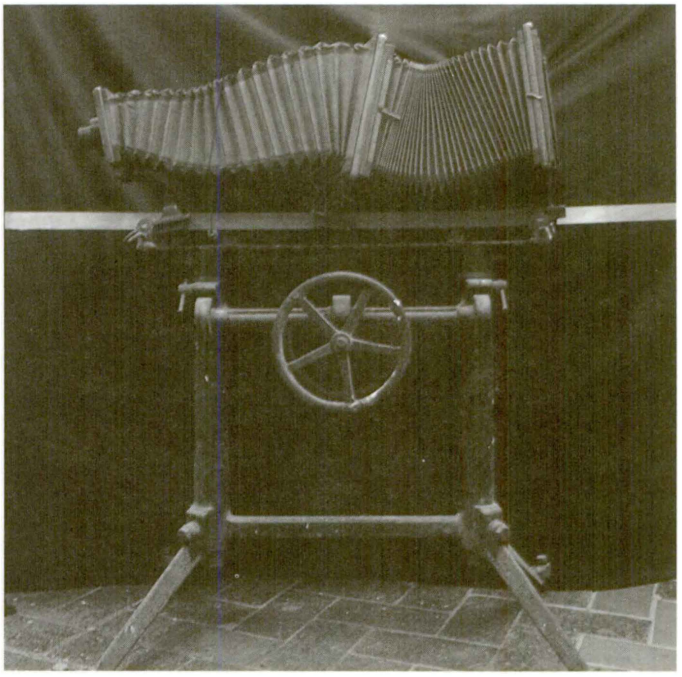


Figura 6: Visor estereoscòpic per a plaques de vidre.



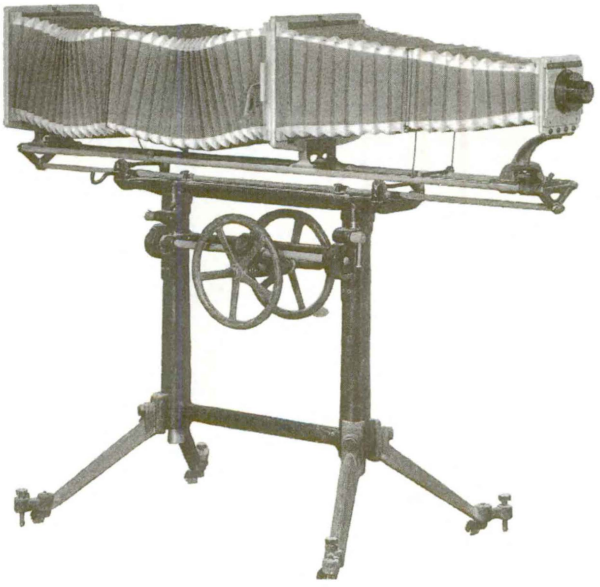


Figura 7: Màquina fotogràfica per a plaques de vidre amb trípode de ferro. (a): Màquina conservada al Museu de Geologia de Barcelona. (b): Màquina que utilitzà Rafael de Castro en l'expedició científica espanyola a Amèrica (1862-66).

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 219-233

MÀQUINES I INSTRUMENTS CIENTÍFICS A L'ACADÈMIA DE CIÈNCIES NATURALS I ARTS DE BARCELONA (1764-1824)

Carles Puig-Pla
E.T.S. d'Enginyeria Industrial de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya

Paraules clau: *Instruments científics, artesans, fabricants d'instruments, màquines, Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona, segle XVIII, segle XIX.*

Scientific machines and instruments at the Academy of Natural Sciences and Arts of Barcelona (1764-1824)

Summary: *From its beginnings, the Academy of Natural Sciences and Arts of Barcelona was interested in the acquisition of scientific machines and instruments to perform demonstrations. The academicians either bought some of them abroad or used local craftsmen (turners, carpenters, locksmiths...) to make them specially. Since 1776, the institution accepted artists among the academicians and the first of them was a master turner: Joan González. Among the artistic members there was a group of the machinists or instrument makers. The Academy became the framework for an incipient partnership between erudite scientists and skilled craftsmen. Today, the Academy had and interesting collection of instruments but some of them are in a regrettable degradation state and ignorance about their object.*

Key words: *Scientific instruments, Craftsmen, Instrument makers, Machines, Academia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona, 18th century, 19th century.*

1. Introducció

L'Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona (inicialment constituïda com a Conferència físicomatemàtica experimental (1764)) va enfocar la seva activitat en la direcció de la ciència útil i va intentar disposar de material científic per a poder realitzar demostracions i experiments. Les diferents seccions o «direccions» en què es va estructurar s'encarregaven, per torns, de llegir memòries a les juntes, on, eventualment, es realitzaven experiments.

Segons indicaven els articles 21 i 22 dels seus estatuts (1770), els experiments que aprovés l'Acadèmia es finançarien amb els fons de la institució i s'executarien amb les seves màquines i instruments dins de la casa destinada per als seus exercicis. A més, si algun acadèmic havia donat alguna màquina tindria la prerrogativa de poder usar-la a càrrec seu a la sala

d'experiments en presència del Censor i Custodi, sempre i quan aquella no estès ocupada i no s'interferís amb els exercicis programats per la Junta (Estatutos, 1771).

Les màquines s'havien d'adquirir i eren costoses. D'on es va proveir l'Acadèmia? Qui va fabricar els primers instruments? Quins varen ser?

Aquest és un treball en curs del qual volem apuntar aquí algunes respostes i mostrar dades i elements relacionats amb el tipus de màquines, dispositius i instruments utilitzats en els primers temps de l'Acadèmia de Ciències, així com, també, fer una aproximació als primers maquinistes i fabricants d'instruments autòctons que varen treballar per a la institució.

2. Primera recerca i construcció d'instruments. Període de la «Conferència fisicomatemàtica experimental» [18 gener 1764 – 17 desembre 1765]

En una Junta extraordinària celebrada el mes de març de 1764 per la Conferència fisicomatemàtica experimental, es va posar l'atenció en la gran necessitat que tenia la Conferència de màquines i instruments per fer els seus experiments. Es va acordar que el canonge Roig faria un càlcul sobre els diners que entre tots els conferenciants podrien recollir per tal d'escriure a Holanda país d'on haurien de venir les màquines.

Per què Holanda? Les primeres màquines que es varen voler adquirir eren les reflectides a les làmines del llibre del professor de filosofia i matemàtiques a Utrecht, Pierre Van Musschenbroek. Els dos volums del seu text, *Essai de Physique* (Musschenbroek, 1751), varen constituir la base dels experiments triats pels conferenciants. A més, el text contenia llistes de màquines de física, matemàtiques, anatomia i cirurgia, així com descripcions de màquines pneumàtiques que, segons s'explicitava al llibre, es podien trobar a Leiden, a casa del germà de l'autor, Jean Van Musschenbroek, on ell mateix les fabricava.

Tanmateix, com ja va adonar-se Josep Iglésies (1964: 78 i ss.), ni en els llibres de tresoreria de l'Acadèmia ni en les factures fetes als artesans a qui es varen fer els encàrrecs no apareix cap pagament de màquines a una casa holandesa. En les actes tampoc s'esmenta el fet d'haver-se rebut màquines provinents d'Holanda, ni s'hi troba cap agraïment per donatius de màquines.

D'aquesta època es conserven (Arxiu, Caixa 210) factures i rebuts d'artesans barcelonins (fusters, serrallers, torners,...) que apareixen, a més, als llibres comptables (Arxiu, Caixa 200) i que suggereixen que les màquines que desitjaven els conferenciants, i que eren al llibre de Musschenbroek, varen ser realitzades per artesans de Barcelona.

Durant l'any 1764 una dotzena d'artesans van treballar per a la Conferència. La primera factura (30 gener) correspon a Armenter Rivera que va construir l'encerat per a les demostracions, després Rafael Gorina, probablement un llauner, va fer «unes politges per a les màquines» (24 febrer) i, més endavant, unes altres sis politges de metall i dues xarneres; el fuster Ramon Esplugues va fer una taula d'experiments; el courer Francesc Espar, corrioles de metall. D'altres artesans com Francesc Vaquer, que treballava el vori, el fuster Jaume Sadurní, el courer Tomàs Fages, el manyà Onofre Camps o el torner Pau Vidal varen treballar per encàrrec dels conferenciants. Jaume Bonells va dirigir els treballs de molts d'ells com ara el torner Josep Serra, el manyà Eudald Deop, el fuster Francesc Vila i, en particular, l'any 1765, «el fuster de l'hospital» Anton Capellà.

El serraller Emanuel Balaguer va realitzar moltes peces per a diferents màquines, en

particular, una «eina de la caixa que guarda la *màquina de les forces centrals* i el ressort de la *màquina elèctrica*». Les factures indiquen peces de màquines o aparells que ens permeten tenir una idea del tipus d'instruments que es varen voler fabricar. S'esmenten, per exemple, una columna amb rosca, trossos de boix tornejats, un cilindre amb un con, *canastrons, balances,* una *romana*, un quadre vertical per demostrar el moviment compost, una *grua de Padmono*, un *corró,* un *tribòmetre*, un manubri per a la *màquina pneumàtica*, peces per a mantenir el globus de la *màquina elèctrica*, un cilindre de plom, un cilindre de llautó, la *màquina òptica de Newton*, una *màquina que demostra l'equilibri*, un calaix per a poder portar els globus i altres vidres de Madrid a Barcelona, tres pals d'avet, alzina i boix sobre els quals s'havien de fer els experiments de fricció, un nivell gran que servís per a mesurar l'ascens d'un pèndol, la *màquina de la mitja cicloide* amb dues canals i la *màquina de la cicloide i canal recte.*

L'estiu de 1764, Francesc Subiràs va trametre des de Madrid peces de vidre i cristall, dos globus elèctrics, 180 tubs baromètrics, termomètrics i capil·lars, 15 tubs de cristall de 32 polzades de París cadascun per a un *baròmetre d'aigua*, quatre peres de cristall per a les gravetats específiques, un prisma triangular i d'altres estris.

3. Període de la «Reial Conferència Física» [17 desembre 1765 – 14 octubre 1770]

A les actes d'aquest període, hi ha algunes notícies relacionades amb l'adquisició o fabricació de màquines o instruments. Podem destacar-ne les següents:

Any 1767. S'adquireix a un maquinista milanès que passava per Barcelona i anava a València: una *màquina elèctrica*, una *cambra fosca* i un *cilindre òptic*. La Conferència vol assabentar-se sobre dos *miralls ustoris* que el milanès tenia a València mitjançant un informe que va demanar al fiscal d'aquella Audiència, Juan de Casamayor. S'està construint una *balança hidrostàtica*. Jaume Bonells informa que el Duc d'Alba tramet un *piròmetre*.

Any 1768. S'acorda pagar la construcció de *24 tubs de termòmetre* (de la qual cosa n'ha de tenir cura el Dr.Riera). Es demana el preu d'una *pèndola de segons* –per cronometrar el temps en els experiments– a un tal Rostniager establert a Madrid. Finalment no es compra perquè no és exactament el que es desitja. S'encarrega a Melcior Guàrdia portar *dos termòmetres Farenheit* i *dos baròmetres* d'Holanda. Es compren unes màquines –no sabem quines– a la vídua del baró de Maials.

Any 1769. El director de la secció d'agricultura comunica que ha rebut *una sembradora* inventada per l'abat Sumille. Es reben *baròmetres i termòmetres* fets a Anglaterra amb «les boles trencades i tret el platejat de les escales». S'atura la comanda d'altres aparells atès que aquests només arriben fins a la temperatura d'ebullició de l'aigua i «d'aquesta mena se'n poden construir aquí». S'encarrega a Subiràs comprar un *compàs de bronze* per a una millor delineació a l'encerat. Es faculta a Melcior Guàrdia per adquirir *quatre prismes* que formaven part d'uns «vidres que l'havien enviat d'Anglaterra per vendre». L'estiu de 1769 es va decidir construir un armari interí on guardar la col·lecció de màquines de la Reial Conferència.

Any 1770. Es parla de reparar la màquina elèctrica o construir-ne una de nova. S'acorda que Jutglà s'encarregui de fer construir una *màquina elèctrica nova*. S'adquireix, a un maquinista que hi havia al port de Barcelona, un *mirall ustori* que la Conferència necessitava. Es vol comprar a un milanès que es trobava a Barcelona, un *imant* dels més grans atès que el que tenia la Conferència era ja poc actiu. Tanmateix, com que cap dels que té «no té la virtut

d'imantar les brúixoles», finalment no el compren. Per indicació del Dr. Balmas, es demana a un hàbil maquinista que passava per la ciutat i que construïa *termòmetres*, que repari els que havien arribat trencats d'Anglaterra i se n'hi compren d'altres.

Dels rebuts de la institució se'n desprèn que la Reial Conferència també va adquirir una *màquina hidrostàtica*, un nou *microscopi*, un *cilindre òptic*, una *cambra fosca*, una *arada* construïda expressament a Lleida i també un *forn, retortes, vasos, tubs, lents, prismes,* etc.

4. Primer període de la «Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona»: [14 octubre 1770 – 31 de desembre 1824]

Durant aquest nou període la institució a més d'encarregar feines a determinats artesans va obrir la possibilitat d'integrar els més hàbils a la pròpia Acadèmia. En 1767, encara com a Real Conferència hi va haver un precedent, el nomenament d'un artesà com a soci artista: Josep Eudald Paradell, però va ser un títol purament honorífic (Puig-Pla, 1999). Els nous estatuts de 1770, basats en els de la Conferència, però amb modificacions significatives, incloïen un article, el 92, que va esdevenir el marc de referència a l'hora d'acceptar artistes entre els acadèmics, i que deia:

> A fin de estimular a los Artífices a que se dediquen con todo fervor al adelantamiento de sus Artes, al que sobresaliere con invención de alguna máquina ventajosa, o de algún método muy útil, y económico en la práctica, o trabajando con primor extraordinario, o bien fabricando, o introduciendo el modo de manufacturar algunos géneros muy beneficiosos al Público, siendo Sujeto decente, y bien opinado, se le podrán dar honores de Académico, con el título de **Académico Artista,** reconociéndose como a tal, y alternando con los demás, con relación a su antigüedad de admisión.

D'entre 25 acadèmics artistes nomenats entre 1770 i 1824, n'hi ha nou que es poden considerar dins de la categoria de maquinistes o fabricants d'instruments (vegeu taula).

4.1 Joan González i Figueres (1731-1807)

El primer «acadèmic artista», Joan González i Figueres (1731-1807), va ser un torner barceloní. Resumim algunes dades (Real, 1903-04: 91-96) del que, sens dubte, va ser el més carismàtic dels acadèmics artistes de l'època.

D'aprenent de torner amb el seu pare (Francesc) va esdevenir mestre de l'ofici. Va aprendre les matemàtiques i l'arquitectura civil. Antoni Gimbernat va ser el primer que va influir en González per què fabriqués aparells de física (per al Col·legi de Cirurgia). La Universitat de Salamanca li encarregà la construcció de diversos instruments i màquines de física experimental (1774) i el va nomenar «Maestro maquinario e hidráulico de la Universidad de Salamanca» (1775) i va demanar a l'Acadèmia de Ciències de Barcelona, on ell ja hi havia fet treballs (i segurament també el seu pare Francesc), ser-ne nomenat maquinista, cosa que aconseguí (22/III/1775). Poc després fou nomenat «acadèmic artista» (1776).

MAQUINISTES I FABRICANTS D'INSTRUMENTS (1764-1824)

NÚM.	NOM DE L'ARTISTA	OFICI	ADMISSIÓ
1	GONZÁLEZ, Joan	Mestre torner. Maquinista	1776
2	GAMELL, Pere	Mestre fuster. Maquinista	1786
3	PÉREZ, Tomàs	Maquinista	1786
4	FARALT, Gaietà	Serraller. Maquinista	1787
5	VALLS, Josep	Mestre vidrier. Instr. meteorològics	1789
6	REGÀS, Antoni	Mestre mitger. Màquines per a la seda	1804
7	CARERAC, Josep A.	Constructor de màquines	1807
8	FORÈS, Pelegrí	Mestre torner. Gravador	1817
9	RICART, Josep	Rellotger	1822

González va construir instruments per al servei de les mines D'Almadén (1779), per a la *Real Academia del Regimiento de Reales Guardias Españolas*, per a l'*Escola de Nàutica* de Barcelona, la *Real fábrica* de Sant Llorenç de la Muga (Girona) i d'altres. Aconseguí envernissar les peces de llautó de forma reeixida. Va arreglar màquines a l'Hospici de Cadis (1784) reclamat pel capità general d'Andalusia i se li concediren prerrogatives diverses. Fou elegit Custode de las màquines de l'Acadèmia (1786). Va morir el dia 13 de gener de 1807.

4.2 Algunes màquines i instruments atribuïts a González

Pel Gabinet de màquines de l'Acadèmia, va construir màquines i instruments per a totes les direccions. En podem destacar-ne una màquina elèctrica (potser de Francesc González); una màquina pneumàtica per a substituir-ne una altra d'inservible portada d'Anglaterra (1789); microscopis «solars» i «oculars»; un cor humà artificial; un òrgan de l'oïda artificial; un «globus ocular artificial» (sota la direcció d'Antoni Gimbernat), lloat pel professor de anatomia d'Edimburg, el famós Alexandre Monro; models d'instruments d'agricultura; multitud de peces destinades a les operacions d'estàtica i hidrostàtica; jocs de palanques i politges diverses; plans inclinats; un tribòmetre; una màquina de les forces centrals completa per a sòlids i fluids; màquines relatives a pèndols i caiguda de greus.

Sabem que va calcular el cost per a construir una esfera armilar de dos peus de diàmetre per a l'ús d'Agustí Canellas a les classes de cosmografia i que va fabricar diversos instruments i màquines per al Reial Col·legi de Cirurgia de Barcelona i també per a particulars.

4.3 Altres maquinistes o constructors d'instruments

A més de González, tenim a **Pere Gamell**, mestre fuster amb coneixements de matemàtiques, inventor d'un grafòmetre, d'una màquina per a sacsejar i netejar cotó i autor d'u-

na sèrie de millores en la famosa màquina de bregar cànem de Francesc Salvà i Francesc Santponç (1783), constructor d'un timó per a una màquina de cavalleria (1788) i inventor d'un nou model de sínia; **Tomàs Pérez**, pensionat per la Junta de Comerç (1778) per anar a França, inventor d'una màquina per a batre les peces d'indianes a les fàbriques de teles, va esdevenir maquinista del rei; **Gaietà Faralt**, serraller de la Llotja, pensionat per la Junta de Comerç per anar a Madrid, primer a aprendre maquinària (1779) i, després, a copiar dissenys i models del gabinet de màquines de Betancourt (1804) (Puig-Pla, 1998). Col·laborador de Santponç a l'Escola de Mecànica (Puig-Pla, 1996). Va construir un descargolador de la seva invenció i el *precisiu*, un instrument matematicoastronòmic, ideat per Agustí Canellas, i va substituir González com a Custode de màquines (1808); **Josep Valls**, mestre vidrier i constructor d'instruments atmosfèrics (termòmetres Reaumur i Farenheit, baròmetre portàtil...). L'Acadèmia va donar-lo de baixa –va esdevenir fabricant, en iniciar una petita indústria d'instruments meteorològics– l'any 1816. **Antoni Regàs**, mestre mitger i impulsor de la indústria sedera a Catalunya, l'Aragó, La Rioja i sobretot a València. Va ser el promotor d'un nou mètode per a filar seda amb aigua freda, va inventar i construir uns torns de filar seda i diverses màquines hidràuliques, industrials i agrícoles. Visitador general de les «Reales fábricas» de Madrid i rodalies, soci corresponent de la Societat del Foment de París, comptador i bibliotecari del «Real Conservatorio de Artes». Va ser admès soci artista (1804) i soci literari destinat a la direcció d'estàtica i meteorologia (1805). El seu lligam amb l'Acadèmia va ser gairebé honorífic. **Josep Antoni Carerac** (1807), mestre torner barceloní, artífex d'una màquina de filar pels fabricants de draps terrasencs, Galí i Vinyals, que va ser premiada (1804); va construir diverses màquines d'emborrar, cardar, filar i perxar llanes a les Reales Fábricas de Guadalajara (1805). **Pelegrí Forés** (1817), mestre torner i gravador en fusta (pels estampats d'indianes) que va treballar diversos materials (boix, banya, vori...). Va construir una col·lecció de cossos geomètrics per a l'ensenyament de les matemàtiques i la cosmografia a l'Acadèmia. Va inventar unes aixetes o canelles especials que evitaven el vessament de líquids i l'oxidació produïda en les aixetes de bronze (1820) i va fabricar aparells de Guyton de Morveau utilitzats durant els estralls de la febre groga (1821). **Josep Ricart** (1822), rellotger, va construir un instrument (un nou compàs de graduació) ideat per l'acadèmic Salvador Magrinyà.

A finals del segle XVIII, els més destacats fabricants d'instruments científics de Londres van poder ser acadèmics de la Royal Society i, fins i tot, publicar articles als Philosophical Transactions, i obtingueren una fama internacional. A Barcelona, molt més modestos i en un context social certament diferent, destacats fabricants d'instruments van esdevenir també acadèmics, però mai no van llegir memòries a l'Acadèmia de Ciències Naturals i Arts, tret de Gamell que va llegir-ne una sobre una nova màquina per a elevar aigua (1787).

Els acadèmics «literaris» que volien posar l'accent en el valor de la ciència útil, van trobar en la col·laboracio amb els socis «artesans» la possibilitat de «dirigir-los» amb les seves «llums» i de demostrar a través de la realització pràctica de màquines, instruments o models, l'aplicabilitat de la ciència. En són exemples les col·laboracions de Salvà i Santponç amb Gamell; Fochs amb Forès; Santponç i Faralt; Salvà i Valls; Magrinyà i Ricart; i, probablement, Canellas, Gallí i d'altres (com Antoni Gimbernat, tot i que aquest no era membre de l'Acadèmia) amb un artesà paradigmàtic: González. Ells varen fer que el lema de l'Acadèmia *Utile non subtile legit* (allò que és útil no cerca subtileses) no esdevingués retòric en una institució que va promoure la fabricació autòctona de màquines i instruments científics.

5. Consideracions finals: els instruments de l'Acadèmia

Per tal d'aconseguir realitzar els experiments científics relacionats –en un començament– amb la física experimental, la Conferència fisicomatemàtica va promoure, poc després de la seva creació, la construcció de màquines i instruments científics usant les habilitats dels artesans barcelonins. Tant en temps de la Conferència com posteriorment, en esdevenir Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts, la institució va mantenir l'interès per aconseguir màquines i instruments. Va comprar-ne alguns a l'estranger (Anglaterra, Itàlia...), va aconseguir favors i enviaments de material des de la Cort i els acadèmics van estar atents al pas de maquinistes per la ciutat de Barcelona per a poder conèixer, comprar o copiar, segons el casos, els seus instruments o determinats processos de fabricació.

Però, sens dubte, el més destacable va ser que l'Acadèmia va incorporar a la institució els més hàbils maquinistes i fabricants d'instruments i els va oferir la dignitat d'acadèmics artistes. En posar les seves destreses i habilitats al servei de l'Acadèmia, tant pel que fa a la conservació com a la fabricació de material instrumental o docent, van contribuir a una certa autonomia de l'Acadèmia pel que fa a l'adquisició de màquines o instruments científics. Alguns d'aquests artesans van iniciar una fabricació autòctona d'instruments científics.

En el si de l'Acadèmia hi va haver una remarcable col·laboració entre els acadèmics il·lustrats i els acadèmics artistes que fabricaren màquines i instruments. Aquesta associació va contribuir a materialitzar la idea dels fundadors de potenciar una ciència útil.

L'actual Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona conserva encara una remarcable col·lecció d'instruments científics dels segles XVIII, XIX i XX. Alguns d'ells romanen amuntegats, sense classificar, i amb perill de deteriorament; d'altres es troben exposats –no al públic– en una dependència particular de l'Acadèmia. Tanmateix, des del punt de vista de la història de la ciència i de la tècnica, resulta lamentable constatar com, en molts casos, existeix un manifest desconeixement de l'ús i la finalitat original de no pocs dels instruments exposats. I, tanmateix, la pròpia institució conserva una valuosa informació de l'època relacionada amb aquests aparells, alguns dels inventors o fabricants dels quals varen ser membres destacats de la corporació. Aquest treball voldria contribuir a revaloritzar aquest patrimoni històric i científic que creiem hauria d'aconseguir una major atenció per part d'una institució més que bicentenària que els «conserva».

Fons d'arxiu

ARXIU de la Real Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona Llibre comptables (Caixa 200), Factures i rebuts (Caixa 210); Expedients i llibres d'actes.

Bibliografia

BENETT, J.A. (1985), «Instruments makers and the 'Decline of Science in England': The effect of institutional change on the Élite Makers of the Early Nineteenth Century», A: de Clercq, P.R. (ed.), *Nineteenth-Century Scientific Instruments and their Makers*, Leiden, Rodopi B.V., 13-27.

ESTATUTOS (1771), *Estatutos de la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de la Ciudad de Barcelona*, Barcelona, F. Suriá, impresor.
IGLÉSIES, J. (1964), «La Real Acadèmia de Ciencias Naturales y Artes en el siglo XVIII», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, XXXVI*, 1.
MUSSCHENBROEK, Pierre Van (1751), *Essai de Physique*, Leyden, Chez Samuel Luchtmans, Imprimeur de la Université.
PUIG-PLA, C. (1996), «L'establiment dels cursos de mecánica a l'Escola Industrial de Barcelona. Precedents, professors i alumnes inicials», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria, 1*, 127-196.
PUIG-PLA, C. (1998), «El gabinete de máquinas, la Escuela de Mecánica y la Cátedra de maquinaria de la Junta de Comercio de Barcelona (1804-1850)», A: García Hourcade *et al.* (Coords.): *Estudios de historia de las técnicas, la arqueología industrial y las ciencias,* Junta de Castilla y León, *vol.1, 211-222.*
PUIG-PLA, C. (1999), «Els primers socis artistes de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (1764-1824)», A: Nieto A.; Roca A. (ed.), *La ciència organitzada: la Real Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, Publicacions de l'Abadia de Montserrat (en premsa).
REAL Academia de Ciencias y Artes (1903-04), *Nómina del personal académico. Año académico de 1903 a 1904*, Barcelona, López Robert.

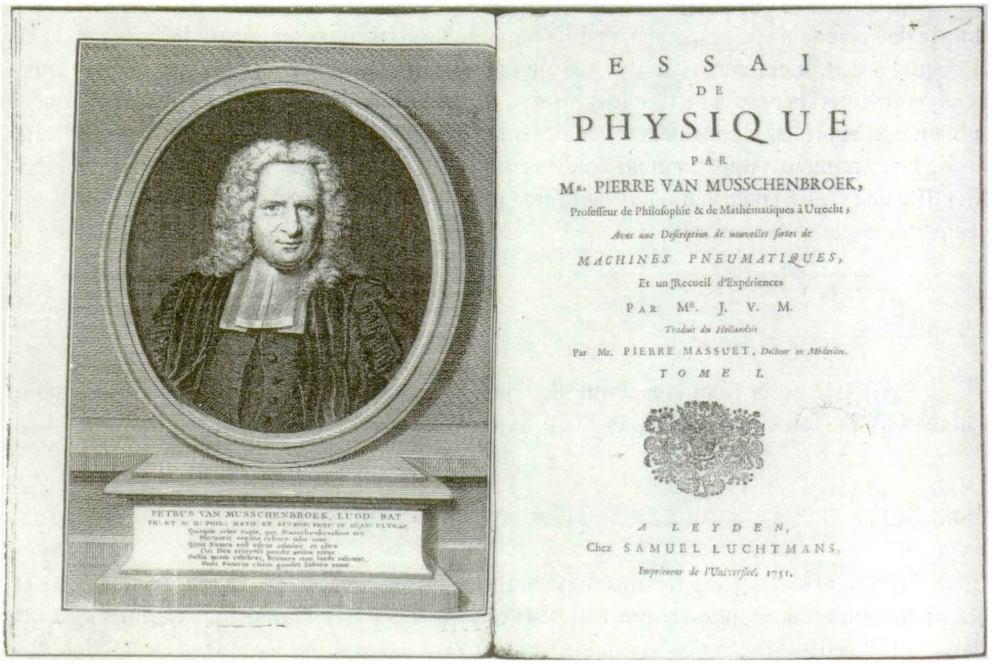


Figura 1. Bust de Pierre Van Musschenbroek i portada de l'*Essai de Physique*

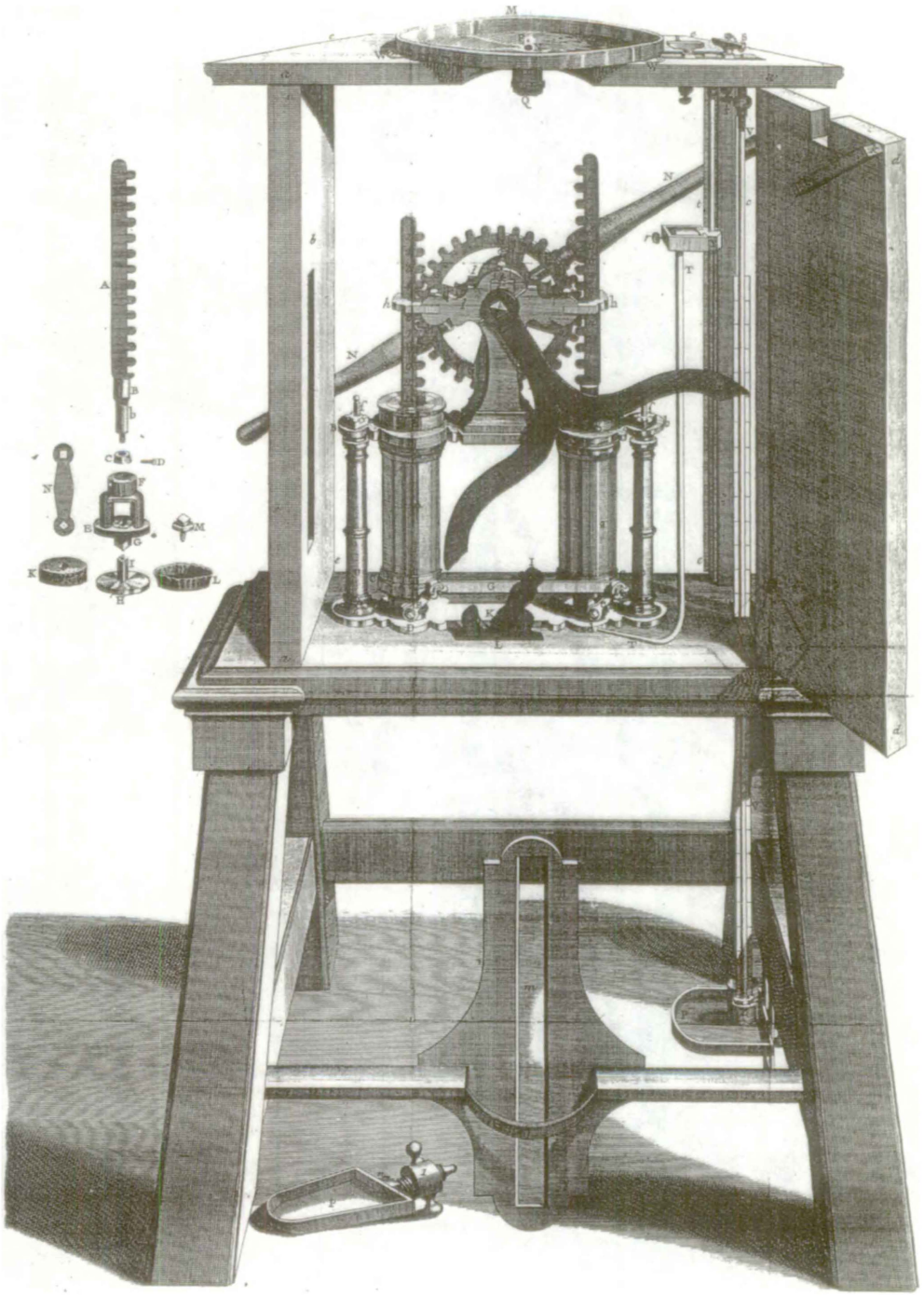


Figura 2. Màquina pneumàtica i il·lustracions d'experiments de l'*Essai de Physique*

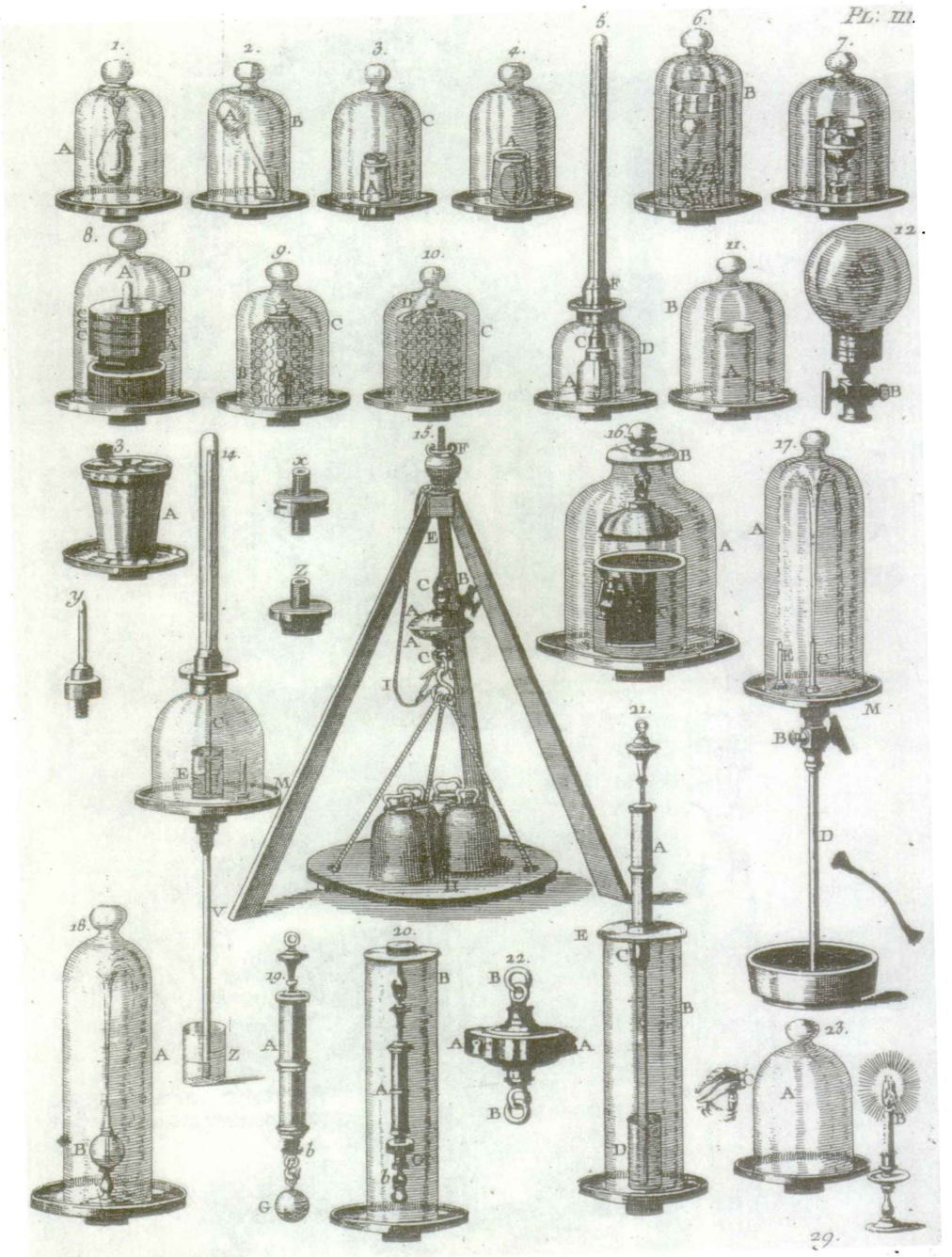


Figura 2

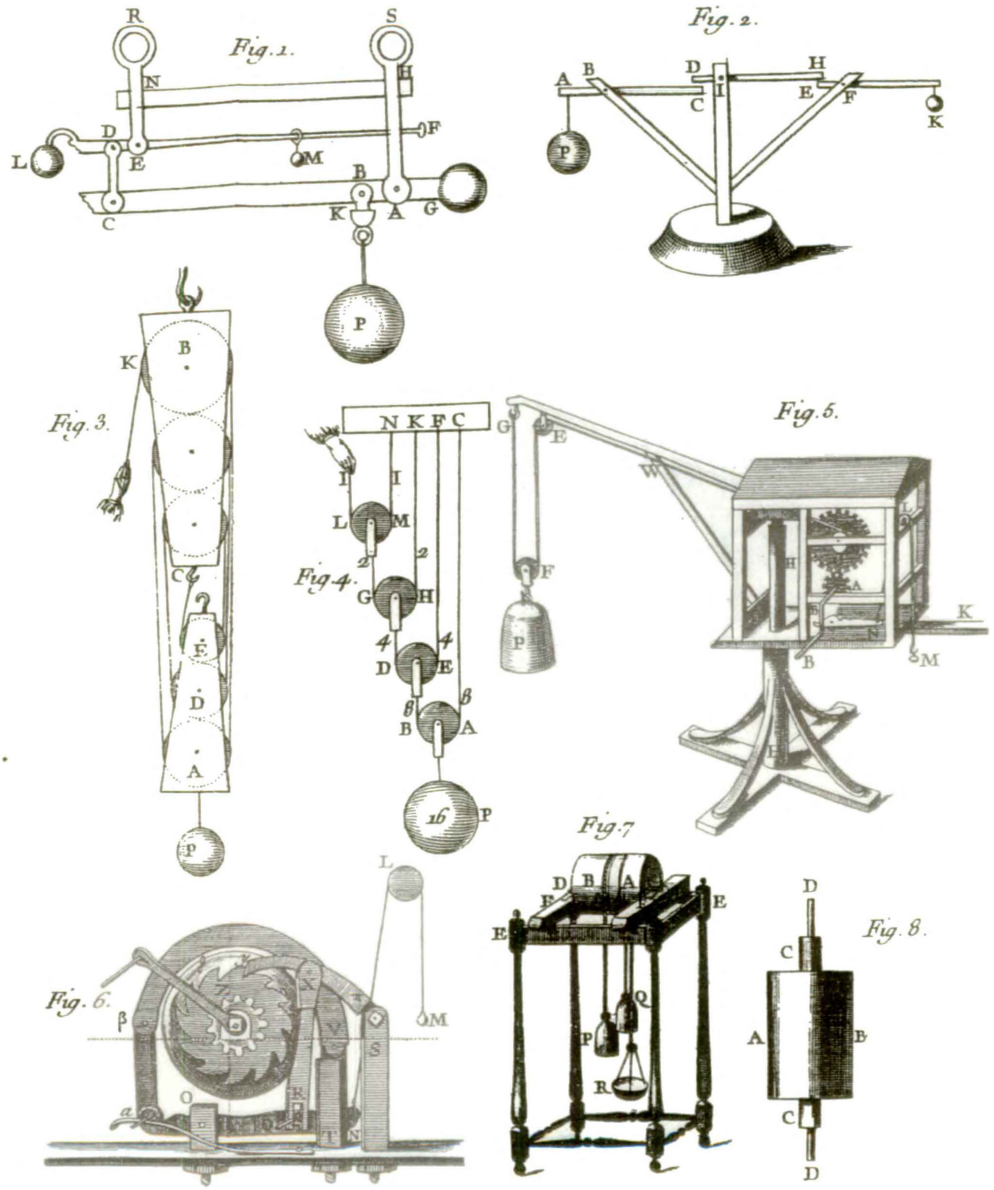


Figura 2

Figura 3. Joan González i Figueres (1731-1807)

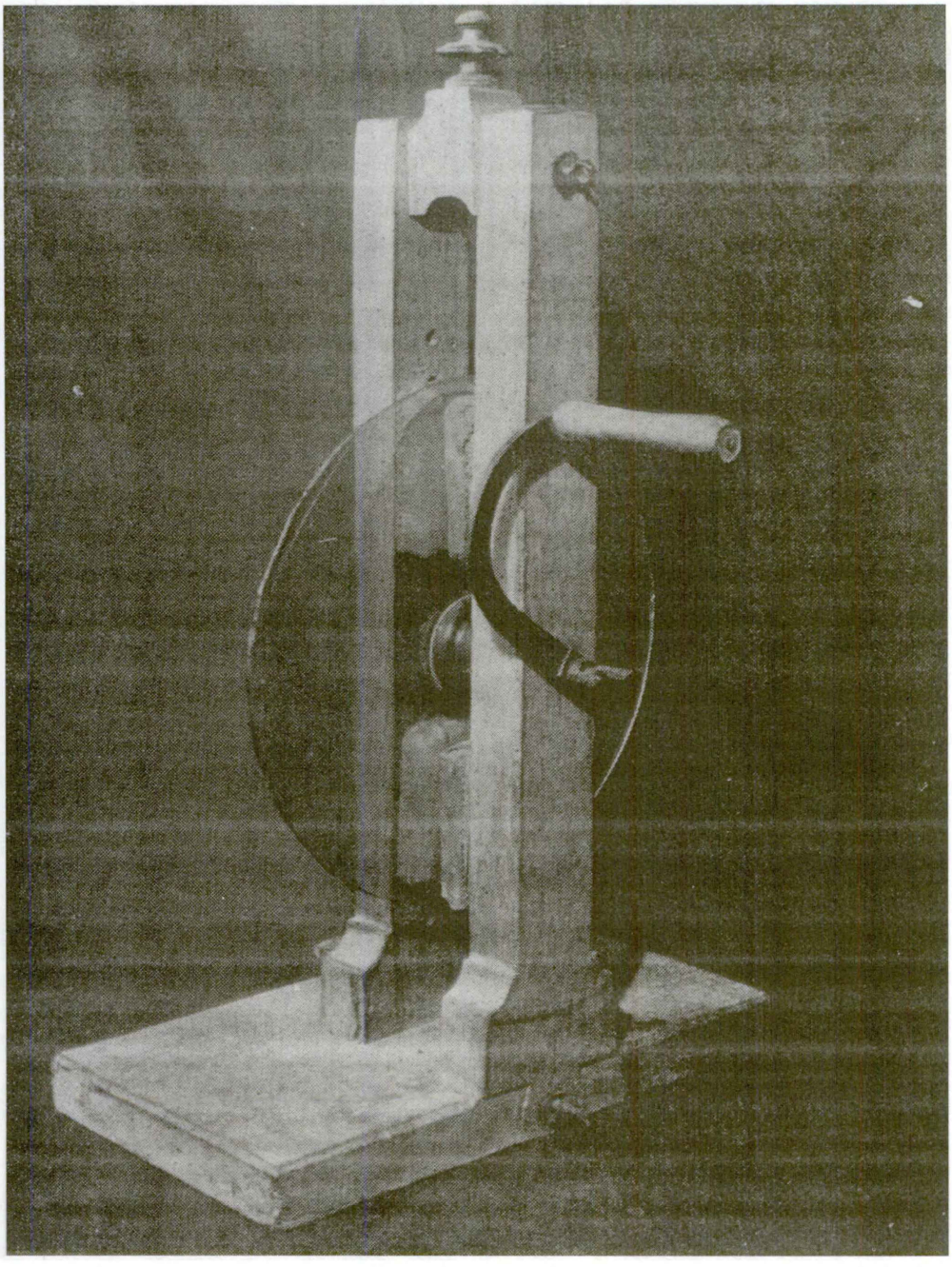


Figura 4*a*. Màquina electrostàtica (1773).

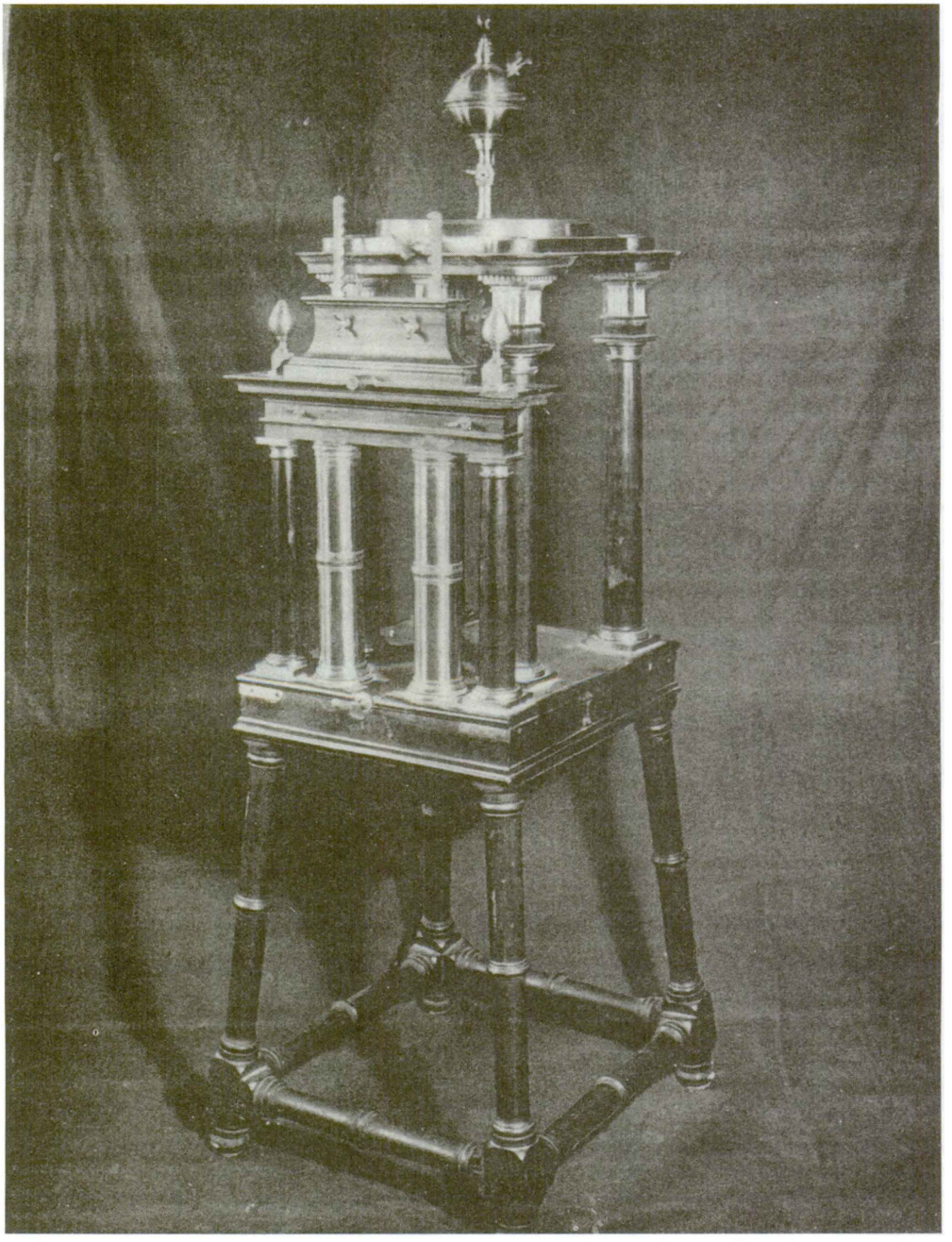


Figura 4*b*. Màquina pneumàtica de doble efecte (1789)

Figura 5. Instruments científics exposats a l'Acadèmia de Ciències (fotografia de l'autor)

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 235-240

LA SECCIÓ IONOSFÈRICA DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE

J. G. Solé, D. Altadill; L.F. Alberca; E. Galdón
Observatori de l'Ebre. CSIC-URL.

Paraules clau: *instruments ionosfèrics, sondejadors ionosfèrics, registre absorció, contingut total d'electrons.*

The Ionospheric Section of the Observatori de l'Ebre

Summary: *The present paper describes the Ionospheric Section of the Observatori de l'Ebre, from its creation in 1955 until nowadays. In particular, we report those instruments which have been, and are operating at the Observatori during the last 40 years with the purpose of studying the ionosphere, i.e. ionospheric sounders, satellite receivers, and absorption measurements. At the end of the paper the reader can find a short description of the actual status of the section.*

Key words: *ionospheric instruments, ionospheric sounders, absorption measurements, total electron content.*

1. Introducció

La secció ionosfèrica de l'Observatori de l'Ebre s'inaugurà el 26 de març de 1955 amb la instal·lació del primer sondejador ionosfèric de l'Estat espanyol. Des de llavors fins a l'actualitat tres han estat els sondejadors en funcionament a l'Observatori, a més d'altres equips per a enregistrar l'absorció produïda a la regió ionosfèrica D, i de receptors de satèl·lits per a deduir el contingut total d'electrons. Tots els sistemes de registre són mètodes de mesura indirecta, basats en la teoria magnetoiònica, és a dir, en la modificació que un medi ionitzat sota la presencia d'un camp magnètic provoca en la propagació d'ones electromagnètiques.

Amb aquesta contribució es pretén donar a conèixer els diversos instruments que han estat i estan operatius al Centre, així com els registres de que es disposa.

2. El naixement dels estudis ionosfèrics.

Literàriament podríem dir que els estudis ionosfèrics es gestaren l'any 1878 quan Balfour Steward (1902) postulà l'existència d'una capa electritzada a l'alta atmosfera per poder explicar la variació diürna dels elements magnètics, i neixen l'any 1901 quan Marconi

transmeté un radiomissatge des de Portmounth a la Spezia primer i a Newfouland després, moment en què la comunitat científica es preguntà com una ona de ràdio havia salvat la curvatura de la Terra. És l'any 1902 quan Heavisade, Kenelly i Nagaoka, postularen de forma independent l'existència d'una capa ionitzada a l'alta atmosfera, que actua com a reflectora i permet, mitjançant reflexions successives, salvar la curvatura de la Terra. Eccles, l'any 1912, va fer la hipòtesis que aquesta capa estava formada per un nombre d'ions i electrons que augmentaven amb l'altura. Així una ona de ràdio, en penetrar en aquesta capa de major densitat es refractaria cada cop més fins que hi hauria reflexió total i l'ona seria reenviada cap a la Terra.

L'evidència experimental de l'existència de la ionosfera, com una regió de l'alta atmosfera dèbilment ionitzada, tingué lloc l'any 1925 quan Appleton i Barnat, i Smith-Rose i Barfield hi provaren la reflexió d'ones de ràdio. Fins al 1926 s'utilitzaren mètodes interferomètrics i és a partir d'aquest any que es comença a emprar el mètode dels polsos, descrivint Breit i Tuve el resultat del seu experiment segons el qual, enviant uns polsos de curta durada es rebien no un, sinó dos i més polsos en un receptor a pocs quilòmetres de distància. El mètode del polsos és el més emprat per a l'estudi de la ionosfera i és en el que es basen els sondejadors ionosfèrics. Una visió més detallada de l'evolució dels estudis ionosfèrics, així com les referències d'aquest apartat es troba a Galdón (1959: 21-140).

3. Creació de la secció ionosfèrica de l'Observatori de l'Ebre.

La secció ionosfèrica de l'Observatori de l'Ebre s'inaugurà el 26 de març de 1955. Una detallada descripció dels actes d'inauguració es pot trobar a Cardús (1955:285-286). Atès que l'Observatori fou fundat l'any 1905, queda clar que la Secció Ionosfèrica no podia estar entre les seccions en què aleshores es dividí el centre. La persona encarregada d'engegar aquesta secció fou el jesuïta Eduardo Galdón que passà un temps a França per tal de conèixer l'instrument i els mètodes de treball i aplicar-los a l'Observatori, i fou així el primer Cap de la Secció.

El primer sondejador que va estar en funcionament fou l'ST-35, construït per l'enginyer Mr. Pron del Bureau Ionospherique Français, i adquirit per la «Dirección General de Protección del Vuelo». Aquest sondejador era idèntic als que formaven la xarxa francesa i nord-africana operada per França.

4. Instrumentació de la Secció Ionosfèrica

A la Secció Ionosfèrica de l'Observatori de l'Ebre s'hi han fet bàsicament tres tipus d'observacions de paràmetres ionosfèrics: sondejos per incidència vertical, registre d'absorció i determinació del contingut total d'electrons mitjançant senyals procedents de satèl·lits artificials.

4.1 Sondejadors per incidència vertical

Els sondejadors per incidència vertical funcionen de forma similar a un radar, però cal recordar que aquests es van desenvolupar a partir dels primers sondejadors i no a la inversa.

De forma molt esquemàtica el mecanisme és el següent: s'emet una ona de freqüència coneguda i es rep la reflexió d'aquesta ona a la regió ionosfèrica on la densitat electrònica és l'adient. Suposant una velocitat de propagació i coneixent el temps que ha trigat l'ona en fer el camí de pujada i baixada, es pot determinar l'altura a què ha tingut lloc la reflexió. Fent un escombrat en freqüències s'obté el que es coneix com a ionograma, és a dir, una representació de l'altura virtual en funció de la freqüència. Com que aquesta última està directament relacionada amb la densitat electrònica, podem passar a conèixer la distribució de densitat electrònica a altures virtuals. Sempre es parla d'altures virtuals i no d'altures reals ja que la ionosfera al ser un medi ionitzat es comporta com a dispersiu, i no coincideixen la velocitat de fase i de grup de l'ona. Degut al retard de grup que sofreixen els polsos, l'altura real de reflexió no coincideix amb la virtual. Per a passar a altures reals cal fer el que es coneix com a inversió de l'ionograma, i obtenir finalment el perfil de densitat electrònica en altura.

Com ja s'ha dit, el primer sondejador fou l'ST-35 (fig. 1*a*), i funcionà des de 1955 fins a 1967. Explorava un rang de freqüències d'1,4 fins a 16,6 MHz en tres gammes, amb una potencia d'emissió (en pic) d'1,4 a 3 kW, essent la durada del sondeig de 60 s. La precisió teòrica, segons el manual, de les marques d'altura era de +– 1 Km, i la de freqüències +– 0.3% de la freqüència.

L'any 1967 començà a funcionar el JW5 de Magnetic AB, i ho va fer fins l'any 1987. El rang de freqüències era de 0,25 fins a 20 MHz (en 4 gammes), la potencia d'emissió (en pic) 30-40 kW, i la durada del sondeig 60 s. La precisió teòrica de les marques d'altura i de freqüència era +– 0,5%. Els sondejadors descrits anteriorment enregistraven els ionogrames sobre pel·lícula fotogràfica (fig. 1b), a partir de la qual es mesuraven les diferents característiques ionosfèriques. L'eix de freqüències era logarítmic, i permetia una gran resolució a les baixes freqüències.

L'any 1988 es canvia el JW5 pel sondejador digital DGS-256 de la Universitat de Massachusetts Lowell (fig. 1c). Les freqüències explorades van d'1 fins a 30 MHz, la potencia d'emissió (en pic) és 2 kW, i la durada del sondeig és variable, depenèn del rang programat per a sondejar. Rutinàriament, les altures s'obtenen cada 5 Km, i les freqüències cada 0,1 MHz, però es poden realitzar sondejos de precisió baixant la resolució en altura a 2 Km i la freqüència a 25 kHz. Aquest sondejador permet fer sondejos per incidència vertical i obliqua. A més porta incorporats uns programes de tractament que escalen automàticament el ionograma i calculen el perfil de densitat electrònica. A diferència dels anteriors, el registre (fig. 1d) es fa sobre paper i suport magnètic, i l'eix de freqüències és lineal.

4.2 Registre d'absorció, mètode A3

La regió més baixa de la ionosfera, regió D, no es pot visualitzar amb els sondejadors ionosfèrics d'incidència vertical (I.V.), ja que la densitat no és suficient com per a provocar una reflexió I.V. El sistema que va estar funcionant a l'Observatori de l'Ebre des de 1967 fins a 1992 per estudiar aquesta part de la ionosfera és el conegut com a mètode A3. El sistema estava format per un transmissor situat a Torrejón de Ardoz i tres receptors (fig. 2*a*), un d'ells a l'Observatori de l'Ebre. El sistema encara està en funcionament i queda un receptor al Centro de Experimentación El Arenosillo (Huelva) que depèn de l'INTA. El transmissor emet una ona a la freqüència de 2830 kHz que creua la regió D, i es rep després de ser re-

flectida en regions superiors de la ionosfera. Si es coneix la relació entre el senyal emès i rebut es pot determinar l'absorció soferta per l'ona a la regió D. L'Observatori de l'Ebre disposa del registre d'absorció sobre paper (fig. 2*b*).

4.3 Contingut total d'electrons (CTE)

La determinació del contingut total d'electrons es fa generalment estudiant l'efecte que introdueix la ionosfera en els senyals emesos pels satèl·lits artificials. Bàsicament podem distingir dues tècniques: rotació de Faraday i variació de fase (GPS, NNSS, etc.).

El mètode de la rotació de Faraday es basa en el fet que el pla de polarització d'un senyal linealment polaritzat gira un angle durant el trànsit del senyal a través de la ionosfera, que depèn entre altres paràmetres del CTE. Mesurant aquest angle, amb la lògica ambigüitat de 2 p, es pot determinar el CTE. L'altra tècnica habitual d'estudi del CTE es mitjançant l'anàlisis dels senyals de la constel·lació de satèl·lits GPS, NNSS... En aquest els satèl·lits emeten dos senyals de freqüència 1575 i 1227 MHz respectivament, i cal emprar receptors GPS duals, amb els quals és possible diferenciar entre si les dues fases, i s'obté d'aquesta forma els retards ionosfèrics, que són proporcionals, excepte termes que representen retards instrumentals, a la densitat d'electrons integrada al llarg del raig, (per més detalls de les tècniques vegeu per exemple Hargreaves 1992:69-71, 397).

L'octubre de 1964 s'inicià una col·laboració, primer amb la NASA i després amb la USAF, per a la determinació del Contingut Total d'Electrons mitjançant el càlcul de la rotació de Faraday dels senyals emesos pels satèl·lits. Hi va haver tres tipus de registre: 1) senyals de satèl·lits d'òrbita polar i un receptor amb dues antenes fixes, 2) senyals de satèl·lits geoestacionaris i un polarímetre amb una antena Yagui giratòria i 3) senyals de satèl·lits geoestacionaris (fig. 2*d*) i un polarímetre amb dues antenes Yagui fixes creuades (fig. 2*c*).

5. La Secció ionosfèrica de l'Observatori de l'Ebre en l'actualitat

Actualment, a l'Observatori només hi ha operatiu el sondejador DGS-256. Amb aquest es realitzen regularment sondejos verticals horaris, encara que en coordinació amb altres estacions també es realitzen sondejos cada 5 minuts, o sondejos per incidència obliqua. Cada ionograma es revisa manualment i d'ell s'extreuen 11 paràmetres, que s'envien cada dia a diferents centres internacionals de recollida de dades. Des de principis de març d'aquest any es disposa d'una pàgina web on cada dia s'actualitzen els ionogrames per tal que qualsevol persona pugui visualitzar l'estat de la ionosfera sobre de l'Observatori (www.readysoft.es/home/observebre). Des de fa uns pocs anys a l'Observatori hi ha instal·lat un receptor GPS dual, que forma part de la xarxa fiducidària de receptors GPS operada per l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

Aquesta és una de les tres seccions de l'Observatori en que a més d'observació, es fa recerca. El personal que normalment hi treballa està format per dos doctors, un llicenciat i un auxiliar. L'estudi de la ionosfera té el seu interès degut al fet que és un medi de comunicació de les ones de ràdio econòmic, i no necessita tecnologies intermèdies de propagació, i això és important per a certes comunicacions estratègiques. Fins a l'aparició dels satèl·lits artificials

era el mètode més emprat en les telecomunicacions. Un altre punt d'interès és que els senyals que provenen dels satèl·lits i travessen la ionosfera també es veuen afectats. Així, per exemple, en posicionament precís emprant GPS cal fer una correcció per tal d'eliminar el retard introduït per la ionosfera i tenir una millor determinació de la posició del receptor. Per una descripció més extensa de la ionosfera, amb teories de formació, comportament i tècniques d'observació vegeu per exemple Solé i Altadill (1995: 4-16).

Bibliografia

CARDÚS, J. O. (1955). «Sondeos ionosféricos», *Revista de Geofísica, 56*, 285-312

GALDÓN, E. (1959). «Estudio de la ionosfera por sondeos de incidencia vertical», *Urania, 21* (249), 21-140.

HARGREAVES, J. K. (1992). *The solar-terrestrial environment.* Cambridge, Cambridge University Press.

SOLÉ, J.G.; ALTADILL, D. (1995). «La ionosfera: formació, comportament i tècniques d'observació», *Revista de física*, 2n semestre 1995, 4-16.

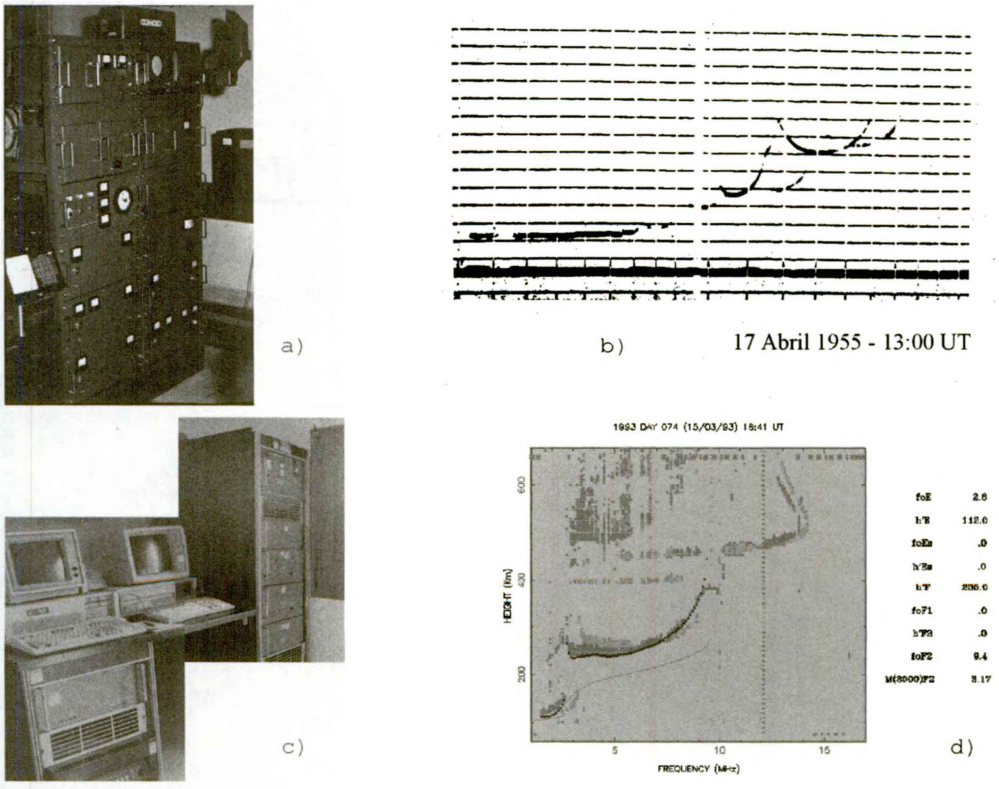


Figura 1. *a*) Sondejador ST-35, *b*) ionograma obtingut amb el ST-35, *c*) detall de DGS-256 i *d*) ionograma vertical i oblic enregistrat amb el DGS-256.

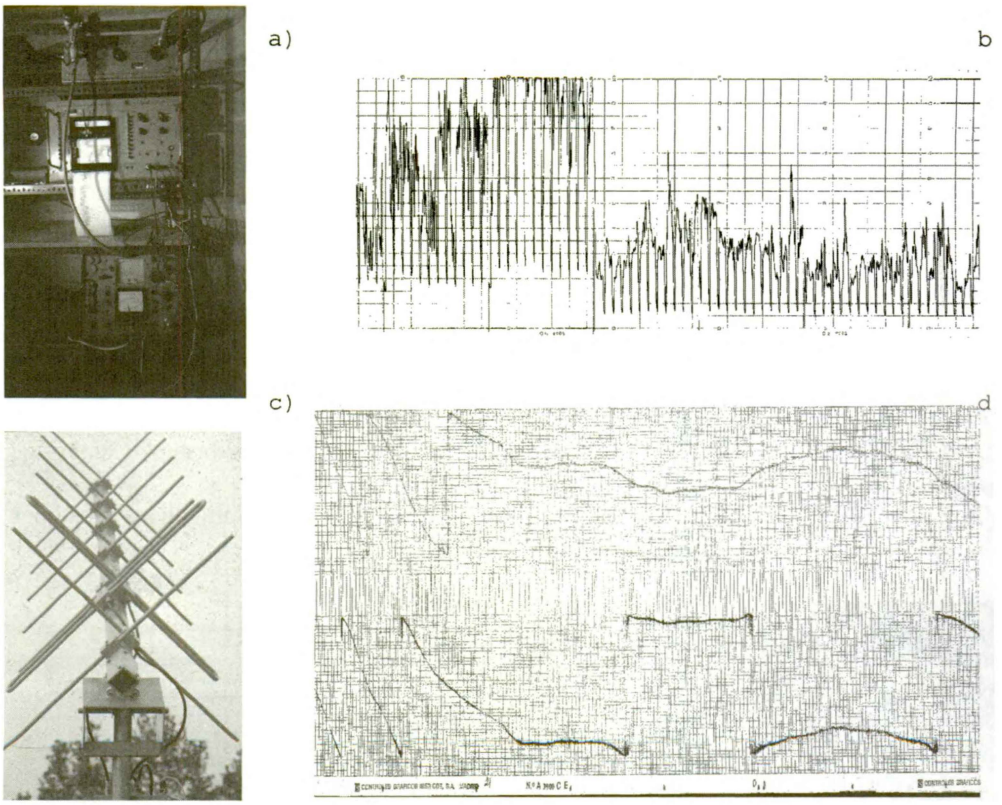


Figura 2. *a*) Detall de l'enregistrador d'absorció, *b*) exemple d'un registre d'absorció, *c*) detall de l'antena Yagui creuada *d*) registre de rotació de Faraday emès pel satèl·lit SIRIO amb una Yagui creuada.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 241-249

ESTUDI D'UNS MICROSCOPIS ANTICS DE LA REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS DE BARCELONA

Lluís Vallmitjana Rovira; Santiago Vallmitjana Rico
Acadèmic Numerari de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona; Laboratori d'Optica, dept. Física Aplicada i Òptica, Universitat Barcelona

Paraules Clau: *Història de la Microscòpia, òptica.*

A study of antique microscopes belonging to the Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona

Summary: *The study of microscopy and its technological development makes it possible to appreciate the possibilities and limitations of scientific research at any particular time. Having two 18th century microscopes in the Royal Academy of Science and Arts in Barcelona at our disposal has given us the wonderful opportunity to evaluate in detail the difficulties experienced by naturalists of those eras. The paper includes a description of the microscopes and a study of their history, dates and origin. By means of different measuring techniques the characteristics of the optical components were deduced and an analysis of the optical parameters was carried out, thereby allowing the missing parts to be replaced. The study concludes with tests to assess the image quality.*

Key Words : *History of Microscopy, optics.*

1. Introducció

En la recerca de la Història de la Ciència i de la Tècnica, el fet de conèixer en profunditat els límits que la tecnologia de cada època imposa als investigadors, aporta una informació complementària de gran utilitat. La indiscutible importància del microscopi en el camp de les ciències naturals fa que l'estudi del seu desenvolupament tecnològic permeti apreciar les possibilitats de la recerca en cada període de temps considerat. La gran oportunitat que hem tingut en tenir al nostre abast dos microscopis del segle XVIII i un altre del XIX, ens ha permès valorar d'una manera rigorosa les dificultats que han trobat els científics naturalistes en temps passats.

L'estudi se centra en els dos microscopis més antics que actualment estan en una vitrina de la Sala de Juntes de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Al treball hi ha una descripció dels microscopis i una recerca sobre la datació i procedència. Mitjançant diverses tècniques de mesura s'han analitzat i caracteritzat els elements òptics. Com que en

cada microscopi hi manca una lent, es fa un estudi per deduir els paràmetres òptics que tindrien, cosa que ha permès de reposar-los. S'ha realitzat un càlcul de les aberracions òptiques mitjançant un programa informàtic, i finalment es conclou amb unes proves d'observació per tal d'avaluar la qualitat de la imatge observada.

2. Origen i datació

L'estudi de la procedència s'ha fet bàsicament gràcies a la documentació i els arxius de la Biblioteca de l'Acadèmia, mentre que per a la datació de l'origen també s'ha fet ús d'altres fonts bibliogràfiques i consultes.

La consulta de dos llibres, (Balari, 1895) i (Iglesias, 1964) ha estat de gran ajuda per a la recerca relativa a l'origen, per diferents al·lusions que anirem mostrant. L'arribada dels dos microscopis està completament lligada als inicis de l'Acadèmia, concretament a la fundació de la Reial Conferència Físico-Matemàtica-Experimental l'any 1764.

No sembla probable que existissin abans de la Conferència ja que en les dues memòries es parla de la patent necessitat de màquines, instruments i com aconseguir-les, concretada en una carta que contesta un investigador conegut des de Marsella el març del 1764 dient que el lloc més adient per comprar instruments científics era Holanda i que a França «*fuera de París no las hallarán*». També comenten sovint (Iglesias, 1964) que s'ha d'encarregar a artesans locals la construcció de màquines citades i dibuixades en el llibre de consulta (Van Musschenbrock, 1751) que aparentment era l'obra referent més moderna i detallada de l'època.

Sembla probable que els dos microscopis s'adquirissin entre 1766 i 1770 per les següents citacions: «*...facturas examinadas del período de la Conferencia... un microscopio, ...páguense 30 libras por el importe de un microscopio*» amb data del 31-12-1766 (Iglesias, 1964). Buscant en els arxius de la biblioteca hem trobat l'esmentat llibre de comptabilitat amb un registre de 30 lliures en aquesta mateixa data parla d'un «*...recibo n?5: Pagadas a Jph Castellnovo*». També hem vist que anteriorment a l'abril del 1766 hi ha «*un asiento*» de 1 lliure i 8 sous per «*al carpintero por la tabla y encerado del microscopio*». Desgraciadament no hem trobat el rebut núm. 5. També podem citar «*...de los recibos examinados entre 1769 y 70 ...adquirió una máquina hidrostática y un nuevo microscopio*» (Iglesias, 1964).

També és possible que fossin encarregats i fabricats per un virtuós mecànic i artesà, J. González Figueras, que va fer nombrosos instruments. Concretament se cita «*...fabricó microscopios solares...*» (Balari, 1895), (Iglesias, 1964), però no és el cas ja que els subjectes d'estudi no són microscopis solars.

Inicialment també veiem la possibilitat d'haver estat entre diversos instruments i col·leccions d'Història Natural, cedits com a donatiu del Colegio de Calatayud el 1774 (Balari, 1895), però hem examinat l'arxiu corresponent i no se cita cap microscopi.

En qualsevol cas, és important destacar que en la memòria d'Iglesias apareix una fotografia dels dos microscopis i se cita explícitament «*...microscopios de finales del siglo XVIII propiedad de la Real Academia de Ciencias y Artes. Altura de los instrumentos: 36 y 20 cm respectivamente*».

La primera referència documental concreta que hem vist és un inventari del Curs Acadèmic 1863-64, que cita entre el material òptic «*...dos _____ compuestos inservibles*». És ben possible que qui va escriure tingués dubtes sobre el nom i va deixar l'espai en blanc,

també és fàcil deduir que ja mancaven les lents. Afortunadament se salven d'ésser destruits l'any 1887 en què es crea una comissió de tres acadèmics per tal de que elaborin una llista de tot el material susceptible d'ésser reparat i es fa neteja del que és considerat inútil. En l'informe que redacten se citen «*...dos pésimos y desvencijados microscopios compuestos de objetivo simple, faltando a uno de ellos la lente objetiva y al otro la ocular....*»

Una referència encara més precisa és un inventari amb data de 1894, explicitant tot el material corresponent a l'antic *Gabinete* del 1888. La descripció és exacta, amb mesures i amb menció de les lents que manquen.

Comparant els microscopis amb les descripcions bibliogràfiques (Van Musschenbrock, 1751), (Bradbury, 1967 i 1968), (Turner, 1980), el microscopi A correspon a un tipus que recorda als fabricats per J. Marshall (1663-1725), o bé podria tractar-se d'una còpia inspirada en un dels models. El microscopi B pot ésser considerat de l'estil dels fabricats per Culpeper (els models més representatius daten entre 1730 i 1740) o anàlogament, d'una còpia. L'hipòtesi que fosin còpies és força probable ja que segons la bibliografia (Turner, 1980), els bons microscopis de l'època tenien sempre marques (dibuixos tipus filigrana) que identificaven el fabricant.

Hem consultat amb el Professor G. l'E. Turner, editor de la revista *Annals of Science* i autoritat en el camp de la història de la Ciència i concretament en la microscòpia. Va contestar dient que probablement eren fabricats a París, a mitjan segle XVIII.

Com a resum de tot el que s'ha exposat, podem situar la data de fabricació dels microscopis entre 1740 a 1765, construits possiblement a França per artesans desconeguts, inspirat el primer en un model de tipus Marshall i el segon en un de tipus Culpeper. Probablement van ésser adquirits durant el període de la Reial Conferència de Física, entre 1764 i 1775 a un particular o a un intermediari importador anomenat Joseph Castellnovo.

3. Descripció dels microscopis

Com que cap dels dos microscopis no té marca impresa ni cap altra referència, proposem la següent denominació: A, el més gran amb una base quadrangular que li dona més volum, com el de la figura 1. El més petit amb el peu cònic, com en la figura 2 serà el B.

En el moment inicial, en examinar els microscopis, s'han observat una sèrie de defectes que ja hi eren fa més de cent anys, tal com està descrit en antics inventaris esmentats en l'apartat anterior. El microscopi A no tenia la lent objectiu. El tub era inestable (faltava el dispositiu de bloqueig i eventual lliscament per enfocar). El microscopi A està sobre una capsa de fustes treballades que, a més d'ornament i base, té la missió de contenir el sistema d'il·luminació, un mirall pla que pot conduir la llum vers l'objecte. També té un calaix que pot servir per guardar accessoris.

El microscopi B no tenia lent ocular. Té una base més senzilla de fusta pintada de negre, que forma un tronc de con buit amb un mirall pla orientable a l'interior per tal de reflectir la llum d'il·luminació. El tub és d'ivori i és possible que fos recobert de cartró. Com l'altre, els cossos de l'ocular i objectiu són de fusta amb els extrems roscats per tal de poder aguantar les lents.

L'A i el B tenen en comú el sistema de moviment del tub per tal d'enfocar, que consisteix en un sistema de fricció. També tenen en comú les platines petites i el fet d'estar proveïts d'una palanca articulada acabada en una pinça, que recorda els antics tiralínies del di-

buix tècnic, que normalment servia per a sostenir l'espècimen. També tenen en comú l'existència, entre l'objectiu i la lent intermèdia, d'un cartró amb un forat que fa de diafragma.

4. Estudi, mesura i caracterització dels components òptics

4.1. Descripció del disseny òptic

Concordant amb la bibliografia (Van Musschenbrock, 1751), (Smith, 1738), (Bradbury, 1967 i 1968), (Turner, 1980) els microscopis A i B estaven inicialment proveïts de tres lents cada un: una lent biconvexa de focal curta, com a objectiu, una segona lent de camp i una tercera lent, pròpiament lent ocular, tal com es veu en la figura 3. Posteriorment les dues últimes lents es van anar transformant d'acord amb l'estructura coneguda com a ocular de Huygens, constituint un cos únic. L'objectiu dóna una primera imatge invertida, real i major de l'objecte. La lent intermèdia o de camp corba els raigs reduint aquesta imatge, que és finalment amplificada per l'ocular.

4.2. Paràmetres considerats i mètodes de mesura

a) Índex de refracció. S'ha fet una mesura directa i precisa de l'índex de refracció amb un refractòmetre d'Abbe del vidre del mirall d'un del microscopis antics. En les lents s'ha pogut calcular per càlculs indirectes a partir dels radis de corbatura i de les focals mesurades. De totes maneres, cal considerar que no hi havia grans diferencies entre els índex dels vidres de l'època, i que serien similars al dels miralls.

b) Radis de corbatura. En les lents grans (les dues del microscopi A i la intermèdia del B) s'han mesurat els radis de corbatura amb un comparador i comprovades amb un esferòmetre de precisió. En la lent de l'objectiu del microscopi B, en ésser més petit que la base del esferòmetre, la corbatura s'ha pogut mesurar mitjançant un microscopi de banc muntat sobre posicionadors micromètrics, enfocant diferents punts de la superficie i ajustant els valors per càlcul a una superficie esfèrica.

c) Distàncies focals. Han estat mesurades mitjançant el mètode del col·limador (Lachenaud, 1966). Es disposa d'un patró calibrat en el focus d'un col·limador de focal coneguda i el trasllada a l'infinit. Una mesura de la imatge del patró a través de la lent problema, amb un reticle amb mesurador micromètric, permet determinar els augments i com a conseqüència, la distància focal.

d) Gruixos i diàmetres han estat mesurats amb un palmer i un peu de rei respectivament.

Encara que tenim al nostre abast la utilització d'altres tècniques per una metrologia de paràmetres amb més precisió, la finalitat del treball no ho ha requerit.

4.3. Mesures i distàncies calculades

A més dels radis de corbatura i de les distàncies focals, també hem calculat la posi-

ció dels plans principals i les focals de vèrtex anterior i posterior (Hecht, 1986), tal com es representa esquemàticament a la figura 4.

Els resultats dels paràmetres mesurats de les lents originals dels microscopis A (lents intermèdia i ocular) i B (lents intermèdia i objectiu) expressats en mil·límetres, apareixen en la taula I.

L'índex de refracció dels vidres dels microscopis A i B, a través de les mesures indirectes són de l'ordre de 1.52, sense més precisió. El mesurat amb el refractòmetre dóna 1.527, valor que està d'acord amb valors de l'època citats en la bibliografia.

	Microscopi A		**Microscopi B**	
Lents	**Ocular**	**Intermèdia**	**Intermèdia**	**Objectiu**
Diàmetre	23.5	30.3	21.1	10.1
Gruix	6.4	4.8	3.7	2.7
Radi 1	37.3	63.4	43.6	10.8
Radi 2	–26.8	–63.4	–32.7	–9.6
Focal Vèrtex anterior	–28.3	–59.8	–34.9	–9.2
Focal Vèrtex posterior	29.1	59.8	35.3	9.3
Dist. Plans H_1H	2.55	1.59	1.4	0.95
Dist. Plans H_2H'	–1.83	–1.59	–1.05	–0.85
Focal	30.8	61.4	36.3	10.2

Taula I. Paràmetres òptics mesurats en les lents dels microscopis A i B.

4.4. Examen de la qualitat per anàlisi d'aberracions òptiques

Un cop mesurades i conegudes totes les dades de l'objectiu i de la lent intermèdia ja d'un d'ells (concretament del microscopi B), s'han introduït en un programa informatitzat que calcula les aberracions esfèrica, astigmatisme i cromàtica, i permet també visualitzar els diagrames d'impactes. També permet introduir angles de camp per veure la influència de les aberracions fora d'eix. Tal com era de preveure les aberracions son força importants i justifiquen la mala qualitat d'imatge observada i discutida en l'apartat 6. En la figura 5 està representada la lent objectiu del microscopi B amb una visualització dels diagrames d'impactes en eix i camp, corresponents a un pla imatge en que aproximadament la concentració és màxima. El costat de cada requadre representa 1 mm.

5. Reposició dels elements que manquen

És important remarcar que ha estat una sort el fet casual que les lents que manquen no són de la mateixa part i que ambdós microscopis són aproximadament de la mateixa època. Mitjançant la hipòtesi de la similitud del disseny òptic hem calculat la relació entre focal ocular, separació entre ocular i lent intermèdia i focal lent intermèdia del microscopi A, i hem comparat proporcionalment amb el B sobre els valors coneguts. Així són encarregades les lents que manquen, són reposades i tenen els valors següents:

– Objectiu per A: focal = 15.1 mm; gruix = 2.6 mm; diàmetre = 10.4 mm
– Ocular per B: focal = 18.4 mm; gruix = 6.3 mm; diàmetre = 17.5 mm

6. Proves d'observació.

Com a tests de proves s'han emprat diverses preparacions amb diferents tincions. Això ha donat un ample marge de detalls de diferents tamanys, diferents contrastos i varietat de coloració. També s'han observat microescales graduades.

La qualitat d'imatge en el cas dels microscopis ha estat decebedora. Encara que s'ha millorat el lliscament i suport de la columna, el sistema d'enfocament és molt dificultós. Dominen les aberracions cromàtica i esfèrica, que dificulten la resolució i el contrast. Aquest resultat és absolutament coherent amb l'anàlisi d'aberracions òptiques per càlcul.

7. Conclusions

Jutjant la mala qualitat d'imatge observada i considerant que aquests microscopis són representatius de l'època, es pot explicar per què van aparèixer pocs descobriments en el camp biològic i mèdic durant el segle XVIII. Només apareixen dibuixos de teixit vegetals i d'invertebrats, que per altra banda no són molt petits. Encara que, excepcionalment, com a primer treball destacable es pot citar el descobriment dels glomèruls del ronyó, de la melsa i d'altres per Marcello Malpighi, no hi ha cap treball especialment rellevant en Histologia. La nostra suposició que els altres aparells de la mateixa època foren similars es basa en el fet que els components, el disseny òptic i la construcció dels microscopis analitzats és anàloga i coincident en tota la bibliografia consultada.

Bibliografia

BALARI Y JOVANY, J. (1895), *Historia de la Real Academia de Ciencias y Artes*. Memoria inaugural del año académico 1893 a 1894. Barcelona, Ed. l'Avenç.
BRADBURY, S.; TURNER, G.L'E., (1967), *Historical Aspects of Microscopy*, Heffer and Sons, Cambridge.
BRADBURY, S., (1968), *The Microscope. Past and Present*, Pergamon Press, Oxford.
HECHT, E.; ZAJAC, A., (1986), *Optica*, Addison Wesley.
IGLESIAS FORT, J. (1964), «La Real Acadèmia de Ciencias Naturales y Artes en el Siglo XVIII» , *Memorias de la Real Academia de Ciencias i Artes de Barcelona*, 3a Època, núm. 707, *36*, 1, Barcelona.
LACHENAUD,M., (1966), *Construction, réglage et essais des instruments d'Optique*, Dunod, Paris .
SMITH, R. (1738), *A compleat system of opticks*. Profeffor af Aftronomy and Experimental Philofopy at Cambridge, and Mafter of Mechaniks to his Majesty (sic).
TURNER, G. l'E., (1980), *Essays on the History of the Microscope*, Senecio Pub. Co., Oxford.

VAN MUSSCHENBROCK, P. (1751), *Essai de physique introduction ad philosophian naturalem. Avec une description de nouvelles fortes de Machines Pneumatiques*. Traduit de l'anglais par Pierre Massuet, Ed. Samuel Luchtmans, Leyden.

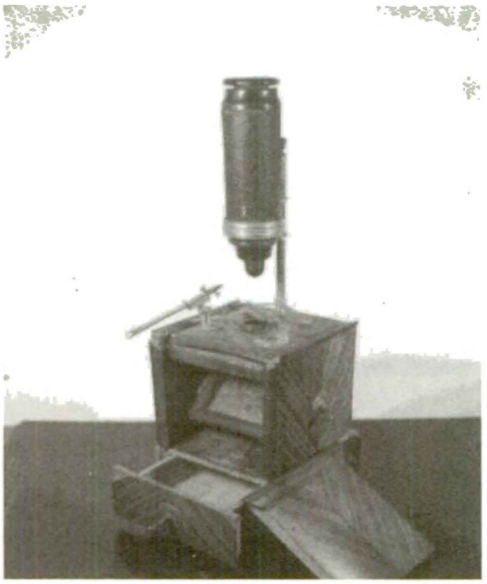


Figura 1. Microscopi A

Figura 2. Microscopi B

Figura 3. Esquema dels elements òptics dels microscopis

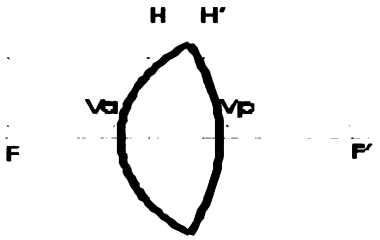


Figura 4. Distància focal: H'F'; focal del vèrtex anterior: VaF; focal del vèrtex posterior: VpF'; radis de corbatura: R_1, R_2

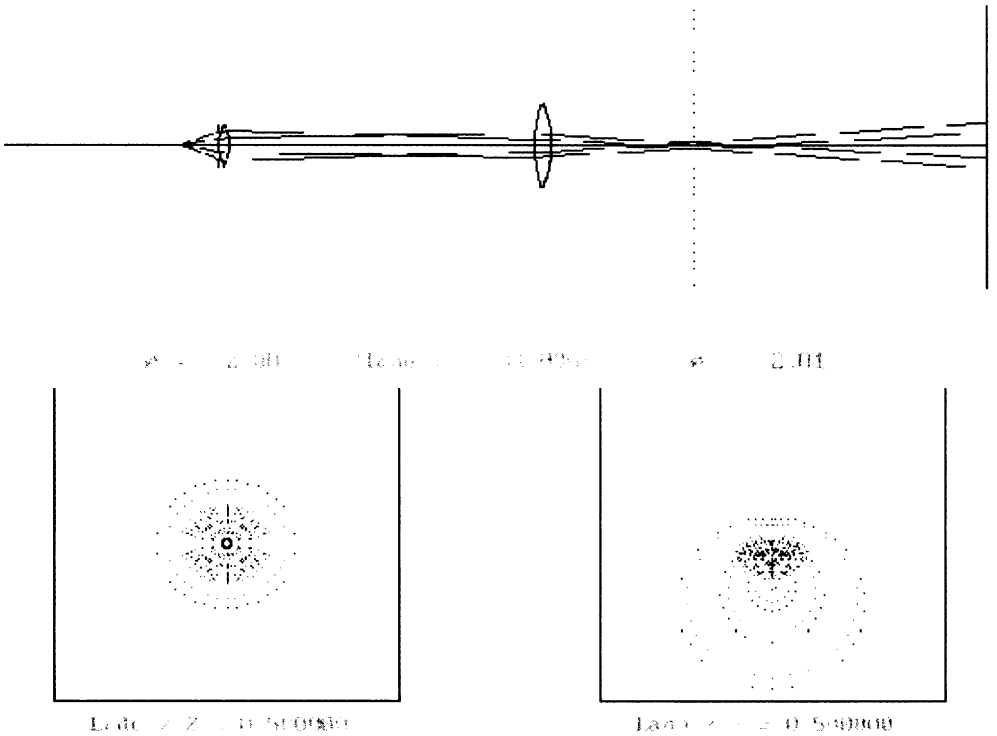


Figura 5. Diagrames d'impactes d'eix i camp corresponents a un pla imatge on la concentració és màxima. El costat de cada requadre representa 1mm

COMUNICACIONS

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 253-258

DEL MEDICAMENTO ESPECÍFICO A LA PANACEA: LA INTRODUCCIÓN DE LA TIROIDOTERAPIA EN ESPAÑA, 1893-1898

Carla P. Aguirre Marco
Departament d'Història de la Ciència i Documentació. Universitat de València

Palabras clave: *Terapéutica, panacea, tiroidoterapia, endocrinología, España, siglo XIX.*

From specifics to panacea: The introduction of thyroid-therapy in Spain, 1893-1898

Summary: *Therapy with thyroid gland was introduced in Spanish medicine at the end of 19th century as an specific remedy for myxedema (hipothyroidism). It inmediately broadened its clinical indications both to diseases traditionally related with endemic goiter and to those related with old pathological conceptions of myxedema: not a thyroid disease but a nutritive one of nervous origin. The radically new conceptions of thyroid pathology and myxoedema were in fact ignored in clinical practice, and the permanent tendency of pharmacological remedies to panacea followed the «rational» paths of general pathology.*

Key words: *Therapeutics, Panacea, Thyroid-therapy, Endocrinology, Spain, 19th century.*

Los primeros avances propiamente científicos de la actual farmacoterapia se produjeron en la década de 1890 con la seroterapia de Behring y el programa de Ehrlich. Durante la segunda mitad del siglo XIX, y a pesar de la nueva medicina de laboratorio o fisiopatológica, la terapéutica médica era de hecho, en palabras de Erwin H. Ackerknecht (1962: 397), «una mezcla de polifarmacia, racionalismo especulativo y crudo empirismo». La seroterapia fue el primer tratamiento etiológico específico que procedía de la búsqueda sistemática en el laboratorio, aunque se trataba todavía de productos naturales, los sueros antitóxicos. El programa de Paul Ehrlich consistía en la búsqueda sistemática de productos químicos sintéticos que cumplieran idéntica función que los sueros naturales; se trataba de hacer con la química lo que la naturaleza obra en los sueros. Es lo que habría de denominarse quimioterapia con el logro de las primeras drogas sintéticas antitóxicas en 1910 (Ehrlich; Hata, 1910). Entretanto surgían la hormonoterapia, al comenzar la década de 1890, y la vitaminoterapia, en la de 1900.

Con todo, parece que la tendencia a la panacea de los medicamentos eficaces es permanente incluso tras la fundamentación científica de la farmacoterapia. Si Ackerknecht (1962: 400-412) eligió la digital y el iodo para mostrar esta tendencia permanente en el uso de los fármacos y analizar sus raíces intemporales es porque precisamente su uso médico pertenenece a un período reciente de la historia de la terapéutica. En nuestro caso nos encontramos

ante el mismo proceso en la organoterapia y opoterapia tiroideas, que podemos considerar el primer caso de hormonoterapia propiamente dicha[1], todavía más moderna y prácticamente vigente hasta hoy en la forma de preparado de glándula tiroides disponible en nuestras farmacias, y que es un remedio específico para la hipofunción tiroidea o hipotiroidismo.

Como hemos mencionado, E. H. Ackerknecht ejemplificaba este proceso recurrente en terapéutica con el caso del iodo, un medicamento en origen especifico para el tratamiento del bocio endémico –una indicación de base empírica que no tendría un fundamento científico hasta finales del siglo XIX– que extendió «racionalmente» sus indicaciones a las afecciones con él relacionadas en la patología tradicional (Ackerknecht, 1962: 408-410).

Durante el siglo XIX, el bocio endémico llegó a ser la enfermedad tiroidea tipo, esto es, constituyó la patología especial de la tiroides, hasta que la hipofunción de la glándula, el mixedema, ocupó este lugar en la década de 1880 (Aguirre, 1993: 95-103 y 1998). La tiroidoterapia, bien en forma de glándula tiroides entera (órganoterapia) o bien de extracto del órgano (opoterapia) se convirtió inmediatamente en el medicamento específico para este síndrome como terapia de sustitución de función, como quiera que fuese concebida antes de la formulación del concepto de hormona. Los primeros resultados de su uso en la clínica contribuyeron a delimitar el síndrome –y a concebirlo primitivamente tiroideo– tanto como la revisión retrospectiva de los casos de tiroidectomía radical (que se practicaba con regularidad en las clínicas quirúrgicas europeas de vanguardia), en una investigación internacional de cinco años de duración que emprendió la Clinical Society de Londres en 1883, dirigida por William W. Ord y Victor Horsley. Así, el tratamiento tiroidiano –su base racional y sus resultados empíricos– comenzó a tener un fundamento científico, aunque no existiera una explicación satisfactoria de su mecanismo de acción, como tampoco la había para la fisiología tiroidea ni para la fisiopatología del mixedema (Aguirre, 1993: 102-103; y 1998: 7).

En la terapéutica española de finales del siglo XIX encontramos que también la tiroidoterapia, en origen específica para la hipofunción tiroidea, se extendió rápidamente en la clínica a otras afecciones: por una parte, las tradicionalmente relacionadas con el bocio endémico, y por otra, con las concepciones antiguas del mixedema que en absoluto lo contemplaban como afección tiroidea sino como trastorno de la nutrición o distrofia de origen nervioso[2], ignorando de hecho en el terreno de la práctica clínica el cambio cualitativo que se había producido en las concepciones de la patología tiroidea y que en pocos años iba a basarse en el, en ese momento a punto de cristalizar, concepto de hormona.

[1] En otro lugar (Aguirre, 1993: 8-65; 84-103) revisamos el tópico que considera la organoterapia testicular de C.E. Brown-Sèquard de los años finales del siglo (1889-1891) el primer caso de hormonoterapia propiamente dicha. Su contribución a la cristalización del concepto de hormona, proceso por otra parte determinado especialmente por factores sociales (Borell, 1990), sigue perteneciendo al terreno de la fisiología experimental, mientras que cuando hablamos de hormonoterapia debemos situarnos en el terreno de la terapéutica en el que es central la aplicación en la práctica clínica.

[2] Durante el siglo XIX, las enfermedades hoy tiroideas figuraron, cuando lo hicieron, en capítulos muy diversos de los manuales docentes y tratados de patología médica, como sean las vesanías, las neurosis, las enfermedades de la nutrición, las dermatosis, o la psiquiatría (Aguirre , 1994).

1. Las primeras publicaciones españolas originales sobre tiroidoterapia[3]

Entre las 65 publicaciones españolas originales dedicadas durante el siglo XIX a la glándula tiroides que hemos reunido, once trabajos se ocuparon de la medicación tiroidea o tiroidoterapia, como expresan sus títulos, y otros dos lo hicieron bajo el título de mixedema y su cura o su tratamiento. Se trata de las dos primeras, publicadas respecivamente en 1893 y 1894. En realidad estamos hablando de 13 trabajos originales que dieron lugar a 21 publicaciones diferentes entre 1893 y 1900. Constituyen pues una tercera parte de la producción original dedicada a la glándula tiroides durante todo el siglo. Su gran difusión en forma de reediciones –también hubo noticia de la publicación de alguno de estos trabajos en la prensa médica española del momento– refleja, descartados otros factores en este caso, el interés por el tema en la última década del siglo XIX.

Entre estas 21 publicaciones, una es un libro de más de doscientas páginas, publicado en Madrid (Gómez Ocaña, 1895); otro libro, editado éste en Valencia, alcanza las 59 páginas (Barberá, 1897), y dos son capítulos de libros dedicados a la opoterapia en general y publicados uno en Sevilla (Murga, 1894b) y otro en Madrid (Úbeda, 1900). En forma de folleto se publicaron 3 trabajos: dos en Barcelona (Coll, 1898b; Turró, 1898b) y uno en Palma de Mallorca (Jaume, 1898c). Los 15 restantes se publicaron como artículos en revistas médicas generales españolas, excepto uno en una revista italiana de terapéutica (Turró, 1898a): 5 en 4 revistas de Madrid (Arnozán, 1898; Jaume, 1898b; Lobo, 1894a, 1894b; Martín, 1893a), 5 en 3 revistas de Barcelona (Balarí, 1896; Coll, 1898a; Galcerán, 1896; Jaume Matas, 1898b; Rodríguez Méndez, 1896; Turró, 1897); y 1 en cada una de las ciudades de Valencia (Martín, 1893b), Sevilla (Murga, 1894a) y Palma de Mallorca (Jaume, 1898a).

Si, como hemos dicho, los dos primeros trabajos se referían en sus títulos a «la cura» y «el tratamiento del mixedema», en 1893 y 1894 respectivamente, para designar exclusivamente el tratamiento con glándula tiroides (los de Manuel Martín Salazar (1854-1936) y Ramón Lobo Regidor (1864-1947) respectivamente), el primer original que incluye en su título el término «medicación tiroidea» es del año siguente, un libro de más de 200 páginas obra del fisiólogo experimental José Gómez Ocaña (1860-1919) «*Nuevas investigaciones sobre el tiroides y la medicación tiroidea*» publicado en Madrid en 1895.

Desde ese momento, los trabajos que incluyen en sus títulos los sinónimos «medicación tiroidea», «tiroidoterapia» y «tratamiento tiroidiano» son de carácter clínico –a diferencia de los precedentes dedicados propiamente a los saberes patológicos relativos a la glándula–, y aunque todavía uno de ellos se ocupó de la medicación tiroidea como tratamiento específico del mixedema –es un caso clínico que Arturo Galcerán Granes (1850-1919) publicó en 1896–, no sólo contemplan sino que se dedican a las diferentes indicaciones de la tiroidoterapia y sus resultados en la clínica. Miguel Balarí Costa (1871-1933) y Rafael Rodríguez Méndez (1845-1919) iniciaron esta línea en 1896, con sus artículos publicados respectivamente en la *Gaceta sanitaria de Barcelona* y en la *Gaceta médica catalana*. El primero incorporaba casos de Ramón Turró Darder (1854-1926), e incluyó indicaciones en el

[3] Su estudio social desde diversos puntos de vista se realizó en el contexto de nuestra tesis doctoral dedicada al desarrollo de la patología tiroidea en España (Aguirre, 1993), trabajo que ya no citaremos si no es para remitir a alguna afirmación muy concreta, puesto que contiene la investigación en que se funda la presente comunicación.

lupus y las obesidades. El de Rodríguez Méndez revisa las indicaciones en las obesidades y el raquitismo, aunque no incluye casos propios. El año siguiente, 1897, fue Ramón Turró quien publicaba como artículo en la *Revista de ciencias médicas de Barcelona* el tema que presentó a la Academia y laboratorio de ciencias médicas de Cataluña sobre la medicación tiroidea y sus acciones no sólo en el mixedema y el cretinismo, sino también en casos de bocio, obesidad, escrofulosis, raquitismo, lupus, amenorrea, sífilis y iodismo (o intoxicación iódica). Este trabajo se publicó en 1898 en una revista italiana de terapéutica farmacológica y también en forma de folleto en Barcelona.

En ese año de 1898 se concentró el mayor número de publicaciones, ocho en total, aunque se trata de cuatro trabajos originales. Además de las dos que originó ese año el de Ramón Turró, Coll Bofill publicó su tesis sobre la tiroidoterapia como folleto y como artículo en la *Gaceta médica catalana*, y Pere Jaume Matas (1856-1921) publicó tres veces su trabajo sobre un caso de bocio folicular curado por tiroidoterapia, dos en Mallorca y una en Madrid. La tesis de Coll y Bofill *Tiroidoterapia. Algunos datos para su estudio*, incluye en un apédice casos de lupus de Turró, obesidades de Roig y Bofill y de Bartolomé Robert Yarzábal (1842-1902), de psoriasis de Gil Saltor; de Rodríguez Méndez toma los de lupus, obesidad, escrófulas, bocio escrofuloso y sífilis.

Sólo dos años después, en 1900, volvemos a encontrar un trabajo dedicado a la opoterapia tiroidea, pero se trata de un capítulo del libro de J. Úbeda Correal (1857-1918) *Estudio crítico de las preparaciones opoterápicas*, y su perspectiva es la de la farmacia y no la de la clínica o la patología. De hecho se trata de la edición de la memoria premiada por el colegio de farmacéuticos de Madrid en 1900.

2. El camino de la tiroidoterapia hacia la panacea

Como hemos visto, la introducción del tema de la tiroidoterapia en la producción bibliográfica médica española se produjo en 1893. Entró como remedio específico del mixedema, y desde la perspectiva teórica, la de la patología, en relación con la delimitación del nuevo síndrome y de las funciones de la glándula tiroidea que ponía de manifiesto. Tres años más tarde, en 1896, las observaciones clínicas dominan las publicaciones sobre el tema, propiamente ya el tratamiento con glándula tiroides, y de partida incluyeron indicaciones diferentes del mixedema.

La ampliación de las indicaciones de la tiroidoterapia la observamos según dos líneas diferentes. Una primera es la que relaciona la antigua concepción de la patología del mixedema y su clínica con la de otras afecciones, por ejemplo la obesidad, como trastorno de la nutrición, o, en el caso del lupus, la psoriasis, e incluso la sífilis, como distrofia de origen nervioso con manifestaciones cutáneas, concepción que llevó a incluir el mixedema entre las enfermedades de la piel en los tratados de medicina interna de finales del siglo XIX, como mencionamos más arriba. La otra línea sigue la patología del bocio, al que tradicionalmente se asoció la escrófula, el cretinismo y el raquitismo. En aparente contradicción figura la indicación de la tiroidoterapia en el iodismo, o intoxicación yatrógena por iodo, un medicamento que estaba indicado precisamente en estas afecciones, por ampliación de su original indicación específica en el bocio. Excepto esta última, el iodismo, se trata en todos los casos de indicaciones superponibles o coincidentes con las del iodo en su camino desde específico para el bocio endémico a panacea (Ackerknecht, 1962: 408-410).

Ramón Lobo (1894b: 149) adelantaba en su artículo de 1894 sobre el mixedema y la especificidad del tratamiento tiroidiano en esta afección, su intención de publicar otro trabajo sobre la extensión de la terapia tiroidea a otras enfermedades segun «la patologia comparada del mixedema». Aunque ninguno de los trabajos reunidos se detiene en explicaciones de esta clase, las «racionalizaciones» parecen las únicas bases para justificar una actuación así en la clínica. Las pone de manifiesto el intento de publicar o reunir información sobre los resultados terapéuticos que pudieran proporcionarle un fundamento empírico.

La nueva concepción del mixedema como hipofunción tiroidea era aceptada generalmente en la década de 1880, y en especial desde 1888 con la difusión del informe final de la comisión Ord de la Clinical Society de Londres (Ord (dir.), 1888). Los diferentes informes que de la comisión surgieron desde 1883 y este último concluyente en 1888 fueron rápidamente recibidos también en España, como hemos mostrado en otro lugar, y aunque fue la cirugía la primera en aceptar y obrar de acuerdo con las nuevas concepciones (Aguirre, 1998: 7-8), investigadores como Gómez Ocaña en Madrid o Turró posteriormente en Barcelona y los clínicos que hemos citado, las asumieron plenamente en lo que concierne a la teoría, la doctrina patológica. Sin embargo, la práctica médica les llevó a actuar en aparente contradicción con sus posiciones teóricas.

Una vez más, parece que se repite uno de los factores que señalara Ackerknecht (1962: 408) como determinantes de la tendencia permanente de los medicamentos específicos, nuevos y eficaces, hacia la panacea: los médicos siempre han estado y todavía hoy están, a pesar de todo progreso, bajo una enorme presión para actuar contra la enfermedad, mientras que los medios de que disponen para hacerlo son limitados. Cuando aparece una droga eficaz nueva, pronto se utiliza, «*out of hope and despair*», más allá de su indicación original. Una vez se convierte en una pauta de conducta, en un hábito, se tarda décadas en descubrir cuál es la situación real. «Aquí parece que debemos situar las verdaderas raíces de la tendencia a la panacea».

Bibliografía

ACKERKNECHT, E. H. (1962), «Aspects of the history of therapeutics», *Bull. Hist. Med., 36*, 389-419.

AGUIRRE MARCO, C. P. (1993), *La glándula tiroides en la medicina española del siglo XIX*, Valencia, Universitat de Valencia.

AGUIRRE MARCO, C. P. (1994), «Los conocimientos sobre la glándula tiroides en los manuales y tratados de patología y clínica interna utilizados en la formación de los médicos españoles durante el siglo XIX». En: H. Capel; J. M. López Piñero; J. Pardo (coords.) *Ciencia e ideología en la ciudad*, 2 vols., Valencia, Generalitat Valenciana, vol. 2, 175-209.

AGUIRRE MARCO, C. P. (1998), «Las lecciones clínicas sobre el bocio de Santiago González Encinas (1833-1887) y de Federico Rubio Gali (1827-1902). Patología tiroidea y cirugía en la enseñanza médica española del siglo XIX», Comunicación al *XI Congreso Nacional de Historia de la medicina, Santiago de Compostela*, 17-19 de septiembre de 1998.

ARNOZÁN, C. (1898), «Medicación tiroidea», *La Ciencia Moderna, 5*, 42-59.

BALARÍ COSTA, M. (1896), «La medicación tiroidea», *La Gaceta Sanitaria de Barcelona, 8*, 446-450.

BARBERÁ MARTÍ, F. (1897), *La terapéutica de Brown-Sèquard*, Valencia, Vives y Mora. 4º, 59p.

BORELL, M. (1976), *Origins of the hormone concept: internal secretions and physiological research, 1889-1905,* UMI, Ann Arbor, 257 pp.
COLL Y BOFILL, J. (1898a), «Tiroidoterapia. Algunos datos para su estudio», *La Gaceta Médica Catalana, 21,* 193-199; 234-242; 262-268; 291-297.
COLL Y BOFILL, J. (1898b), *Tiroidoterapia; algunos datos para su estudio,* Barcelona, imp. «La académica», Jacinto Güell libr. fol., 45p.
EHRLICH, P.; HATA, S. (1910), *Die experimentelle chemotherapie der Spirillosen*, Berlin, Springer.
GALCERÁN GRANES, A. (1896), «Tratamiento de la idiocia mixedematosa con la ingestión de substancia tiroidea», *La Gaceta médica catalana, 19*, 76-78.
GÓMEZ OCAÑA, J. (1895), *Nuevas investigaciones sobre el tiroides y la medicación tiroidea,* Madrid, s. i., 8º, 224 p.
JAUME MATAS, P. (1898a), «Un caso de bocio folicular: tiroidoterapia: curación», *Revista Balear de Ciencias Médicas, 15,* 289-293.
JAUME MATAS, P. (1898b), «Un caso de bocio folicular: tiroidoterapia: curación», *El Siglo médico, 45*, 810-811.
JAUME MATAS, P. (1898c), *Un caso de bocio folicular. Tiroidoterapia. Curación.* Palma de Mallorca, tip. de las hijas de Colomar. 4º, 9p.
LOBO REGIDOR, R. (1894a), «Del mixoedema y su tratamiento», *Revista clínica de Madrid, 1.*
LOBO REGIDOR, R. (1894b), «Del mixoedema y su tratamiento», *El Siglo Médico, 41,* 147-149.
MARTÍN SALAZAR, M. (1893a), «La cura del mixoedema y las funciones del tiroides», *Revista de Sanidad Militar, 7,* 1-7; 33-39.
MARTÍN SALAZAR, M. (1893b), «La cura del mixoedema y las funciones del tiroides», *La Crónica médica, 16*, 6-13.
MURGA MACHADO, L. (1894a), «Algunas palabras acerca de la historia del mixoedema tratado por las inyecciones de un líquido extraído de la glándula tiroides, según Brown-Sèquard; Inyección del líquido extraído de la glándula tiroides en los casos de mixoedema en el hombre por Brown-Sèquard». En: «Idea general del método de Brown-Sèquard, o sea del empleo de extractos líquidos obtenidos de...», *Revista Médica de Sevilla, 22,* 75; 76; 171; 175; 212; 213; 272; 275; 278; 280; 361-367.
MURGA MACHADO, L. (1894b), *Idea general del método de Brown-Séquard*, Sevilla, F. Díaz.
ORD, W.W., dir. (1888), *Report of a commitee of the Clinical Society of London, nominated December 14, 1883, to investigate the subject of Myxoedema*, Londres.
RODRÍGUEZ MÉNDEZ, R. (1896), «Orroterapia y opoterapia. Indicaciones terapéuticas del tratamiento tiroidiano», *La Gaceta Médica Catalana, 19,* 429-432.
TURRÓ DARDER, R. (1897), «La medicación tiroidea», *Revista de ciencias médicas de Barcelona, 23*, 272; 312; 352; 392.
TURRÓ DARDER, R. (1898a), «La medicación tiroidea». *Arch. di farm. e terap. (Palermo), 6*, 30; 76; 134.
TURRÓ DARDER, R. (1898b), *La medicación tiroidea,* Barcelona, 8º, 32p.
ÚBEDA CORREAL, J. (1900), «Glándula tiroides». En: *Estudio crítico de las prerarraciones opoterápicas, memoria premiada por el Colegio de farmacéuticos de Madrid*, Madrid, J. Corrales, 4º, 142p., pp. 59-98.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 259-266

LA ANATOMIA HUMANA EN LA PRIMERA PARTE DE LA «INTRODUCCIÓN DEL SÍMBOLO DE LA FE» DE FRAY LUIS DE GRANADA

José Alsina Calvés
IES Galileo Galilei. Barcelona

Palabras clave: *Catequético, cosmología, anatomista, léxico anatómico.*

Human anatomy in the first part of «Introducción del símbolo de la fe» by Fray Luis de Granada

Summary: *«Introducción del Símbolo de la Fe» is a gigantic catechetical project of which the first part is meant to move to piety and religious feeling through watching nature using materials from cosmology, natural history and human anatomy.The human anatomy which Fray Luis de Granada displays is a combination of galenic and aristotelian principles, whit contributions from contemporany anatomists, and, though not specfically quoted, we must think they are Andreas Vesalius, Juan Valverde de Hamusco and Bernardino Montaña de Montserrate.On the other hand, Fray Luis de Granada archieves a remarkable contribution to the genesis of an anatomic vocabulary in spanish.*

Key words: *Catechetical, cosmology, anatomist, anatomic vocabulary.*

La *Introducción del Símbolo de la Fe* es un gigantesco proyecto de proselitismo religioso, siendo la Primera Parte la dedicada a mover al lector hacia la piedad y el sentimiento religioso a través de la observación de la naturaleza. Sobre un armazón ideológico escolástico y tomista, y por tanto aristotélico, el autor elabora un discurso en el que reivindica la observación y el estudio del *mundo visible* y en el que reafirma los valores de la contrarreforma católica. A lo largo de la obra, y de forma sucesiva, se va ocupando sistemáticamente de Cosmología, de Historia Natural y, finalmente, de Anatomía Humana.

Al introducir el tema anatómico esboza dos ideas estrechamente relacionadas[1]: que el conocimiento de la anatomía humana sirve a la intencionalidad religiosa y didáctica de la obra, y que el hombre es el *microcosmo*, o mundo menor, frente al universo, *macrocosmo* o mundo mayor[2].

[1] *Símbolo, I, XXIII*

[2] Esta idea se encuentra ya en el propio título del Capítulo XXIII: *Prólogo sobre la fábrica y partes principales del mundo menor que es el hombre.*

Respecto a la primera idea Fray Luis nos deja claro que el objeto último del conocimiento es Dios, y que las diversas cosas que se estudian a lo largo de la obra tienen una función instrumental pues, en tanto que criaturas, nos enseñan algo respecto a Dios que las creó[3]. El estudio de la anatomía humana se enmarca en la teología natural, pero ocupando un lugar privilegiado, pues se refiere a la criatura predilecta de Dios: el ser humano.

A partir de aquí la primera idea enlaza con la segunda: el hombre es *microcosmo* o mundo menor porque contiene todo lo que hay en el mundo mayor, pero «de forma más breve». Tiene ser, como los elementos, tiene vida como las plantas, sentido como los animales, y entendimiento y libre albedrío como los ángeles. Nos dice también que el hombre es como «un breve mapa», donde Dios representó «cuanto había en el mundo»[4].

Apunta otra idea que es también interesante: la superioridad del cuerpo humano no se fundamenta solamente en el hecho de ser *microcosmo* y de poseer alma inmortal, sino también en su complejidad estructural. De esta manera se define un *programa de investigación* que es fundamental para entender el sentido de los capítulos del *Símbolo* dedicados a la anatomía humana y para situarlos en el contexto y objetivos generales de la obra: no se pretende realizar ningún tipo de investigación anatómica (todo el material es de origen libresco), ni se pretende contribuir a la formación de futuros médicos o cirujanos. El material anatómico se selecciona en función de servir a la teología natural.

1. Fuentes

El trasfondo intelectual de la anatomía humana de Fray Luis es una combinación de elementos galénicos y aristotélicos, que constituyen su armazón ideológico, con aportaciones de anatomistas contemporáneos. A éstos no los cita nunca por su nombre, sino que se refiere a ellos de forma genérica como «los nuevos anatomistas», pero por los contenidos pensamos que se refiere a Andrés Vesalio, a Juan Valverde de Hamusco y a Bernardino Montaña de Montserrate.

Valverde, autor de la *Historia de la Composición del Cuerpo Humano* (Roma, 1556), es el gran introductor de la ideas vesalianas en España. Montaña, autor del *Libro de Anothomia del Hombre* (Valladolid, 1551) representa las ideas anatómicas más tradicionales vinculadas al galenismo arabizado, pero inaugura un estilo discursivo muy distinto al tradicional, participa en la introducción de alegorías del cuerpo humano (En *El Sueño del Marqués de Mondéjar*, segunda parte de la *Anothomia*) e introduce en su filosofía natural elementos procedentes del pensamiento alquímico. Recientemente Barona (1993) ha puesto de manifiesto los elementos innovadores en la obra de Montaña.

La relación de Fray Luis con estos autores no es simétrica. Por una parte tenemos evidencia de que los libros de Valverde y Montaña son, junto con Galeno, su principal fuente de información sobre anatomía, y a lo largo de los capítulos del *Símbolo* dedicados a esta materia se reproducen pasajes enteros de estas obras. Esto no significa que se dedique a copiar y

[3] Idea de origen escolástico y tomista.

[4] *Símbolo, I, XXIII*

no tenga sus propios criterios al respecto. De hecho las ideas de Fray Luis sobre anatomía son una síntesis bastante original de las ideas de estos dos autores y las tradiciones galénica y aristotélica.

Fray Luis conoce perfectamente la polémica entre galenistas y nuevos anatomistas (posiciones que de hecho representan Montaña y Valverde) pero trata de sintetizar posturas haciendo gala de lo que podríamos llamar un «galenismo abierto»: constata que la utilización de animales fue para Galeno fuente de errores, pero que una vez corregidos estos errores por los «nuevos anatomistas», el galenismo sigue siendo una doctrina válida[5]. Por otra parte comenta también en clave irónica el parecido del cuerpo humano con el mono, y de una forma muy original le da un sentido de llamamiento a la humildad: «...para que se abaje la soberbia y vanidad de los gentiles, hombres y mujeres...»[6].

Hay que señalar también que Fray Luis constata que los antiguos médicos sentían gran horror en practicar disecciones en cadáveres humanos, pero que esto parece algo normal para él y sus contemporáneos. Se refleja pues que en la España del siglo XVI no hay impedimentos, ni religiosos ni sociales, para la práctica de disecciones humanas.

La relación de Fray Luis con Vesalio es más compleja. Aunque es muy probable que conociera la *Fábrica* parece ser que la mayoría de las ideas vesalianas llegan a él a través de la obra de Valverde. Hay sin embargo evidencia de que conoce el movimiento vesaliano como tal, cuando alude a aquellos que estudian anatomía y no se contentan con la doctrina sino que recurren a figuras e imágenes, y también «..a hacer anatomía con los cuerpos humanos recién muertos, para que no sólo el entendimiento, sino también los ojos, sean testigos y jueces de la doctrina»[7].

2. Estilo descriptivo

Tomamos el término *estilo descriptivo* en el sentido como lo define Lain (1946: 419-423; 1946:136), es decir, el modo según el cual se realiza la exposición de los conocimientos anatómicos, cuyo conjunto correspondería al *contenido*. Así el estilo y el contenido serían los componentes de la *descripción anatómica*. El estilo descriptivo nos da tanta información sobre las ideas anatómicas de un autor como el propio contenido.

En un principio Fray Luis se acoge al estilo descriptivo de Vesalio y de Valverde, dentro de una concepción arquitectural del cuerpo humano entendido como *fábrica*: se comienza por la descripción del esqueleto o armazón de sostén. Se aparta así del estilo galénico, que comienza por la descripción de las extremidades y que se fundamenta en su concepción del hombre como animal bípedo.

Pero a partir de aquí Fray Luis abandona la senda de los «nuevos anatomistas», no

[5] *Símbolo, I, XXIV*

[6] Idem

[7] Idem

para volver al galenismo, sino para remitirse a un estilo descriptivo que se hace eco de las ideas aristotélicas, más vinculado a funciones que a estructuras anatómicas visibles. Después de ocuparse del esqueleto lo hará del ánima vegetativa[8], o, mejor dicho, de la facultad vegetativa del ánima: órganos relacionados con la digestión, corazón y vasos, pulmones y aparato urinario, sin hacer ninguna distinción entre la cavidad torácica y abdominal, distinción que sí hacen Vesalio y Valverde. Finalmente, se ocupará de la facultad sensitiva del ánima[9]: cerebro, sentidos exteriores e interiores.

3. Esqueleto

En su descripción del esqueleto hay dos elementos importantes a destacar. El primero se refiere a los huesos considerados de forma aislada: nos dice que cada uno tiene diez propiedades, que «los anatomistas llaman *scopos*»[10]. El término procede del griego *skopós* y significa punto de mira, y se había usado en anatomía descriptiva. Galeno lo utiliza en su libro *De Constituiones Artes Medicae* (cap. XXIV), pero el hecho de que Fray Luis utilice el término «anatomistas» nos pone en la pista de alguna otra fuente de información más moderna. Lo encontramos también en anatomistas medievales del período escolástico, como Mondino de Lucci y Bertuccio, así como en el libro de Pedro Gimeno *Dialogus de Re Medica* (Valencia, 1549), y en el de Luis Collado *Galeni Pergamei Liber de Osibus* (Valencia, 1555). Estos dos últimos autores son miembros destacados del movimiento vesaliano español.

En Montaña de Montserrate no aparece el término scopos, pero si la idea de las diez u once propiedades descriptivas de las formaciones anatómicas[11]. Nuestra conclusión es que el término llega a Fray Luis vía galénica, pero que lo reactualiza en la lectura de la obra de Montaña (de aquí la expresión «anatomistas» que aplica siempre a autores contemporáneos).

En cuanto al conjunto del esqueleto Fray Luis destaca tres cuestiones: el conjunto de articulaciones, la simetría bilateral y la adecuación forma-función de cada hueso. Se refiere a ellas como «..tres maravillas de Dios que contemplar..» y de la tercera dice que «..espanta más que las susodichas»[12].

4. Ánima Vegetativa

Después del esqueleto va a ocuparse Fray Luis de los órganos y funciones vitales re-

[8] Capítulos XXV y XXVI de la primera parte del *Símbolo*

[9] Capítulos XXVII a XXX de la primera parte del *Símbolo*

[10] *Símbolo, I, XXIII*

[11] *Anothomia, fol IV*

[12] *Símbolo, I, XXIII*

lacionados con el ánima vegetativa (digestión, respiración, etc.). Aunque el estilo descriptivo vinculado a las facultades del ánima es de cuño aristotélico, el contenido anatomofisiológico está inmerso totalmente en el paradigma galénico. En la base de su descripción se encuentra una fisiología substancial, en la que domina la categoría de substancia, en contraste con la fisiología moderna, donde domina la categoría de relación. El movimiento fisiológico consiste en suma en cambiar substancialmente[13].

Sobre el trasfondo galénico y tradicional de su fisiología aparece un elemento novedoso: el calificar a la transmutación de los elementos en substancias del cuerpo humano como un proceso alquímico, y no solamente como un proceso de cocción. La inclusión de este concepto en el *Símbolo* llega probablemente a partir de las obras de Montaña de Montserrate. Esto es congruente con las aportaciones recientes de Barona (1993: 72 y siguientes) quien escribe que el análisis minucioso del pensamiento médico de la primera mitad del siglo XVI revela que junto a la doctrina de Galeno y sus ramificaciones hay gran número de elementos procedentes del neoplatonismo, de la alquimia, del atomismo y de la tradición hermética, y que algunos de estos aspectos podemos encontrarlos en la obra de Montaña de Montserrate.

Tal como hemos señalado el esquema general de funcionamiento de las grandes funciones vegetativas es galénico y tradicional: el alimento, después de ser digerido en el estómago y transformarse en quilo, va al hígado donde se convierte en sangre, de la cual se separaran paulatinamente los cuatro humores. Esta sangre es conducida por las venas hasta las distintas partes del cuerpo donde se transmutará en substancia del mismo. El exceso de agua, o *agunosidad* de la sangre será purgada por los riñones.

Una parte de la sangre llega al corazón a través de la vena cava, y allí se transforma en sangre arterial, que lleva los espíritus vitales. Esta sangre será también repartida por todo el cuerpo a través del sistema arterial, cuyo centro está en el corazón. A los pulmones, a los que llama *livianos* se les atribuye la misión de eliminar las *fumosidades y hollin* que se originan en la transformación de sangre venosa en arterial, y de refrigerar la sangre y el corazón[14]. En su conjunto Fray Luis recoge el esquema galénico de una fisiología tricentrada, con el hígado como centro del sistema venoso, el corazón del arterial y el cerebro del nervioso.

5. Ánima Sensitiva

El conjunto de órganos que Fray Luis relaciona con el ánima sensitiva equivale a nuestro sistema nervioso y órganos de los sentidos. Distingue entre los sentidos *interiores*[15] y sentidos *exteriores*[16]. Los primeros son el sentido común, la imaginativa, la estimativa o co-

[13] Ver García Ballester (1972), 119.

[14] Todas estas cuestiones se encuentran en *Símbolo, I, XXVI*

[15] *Símbolo, I, XXIX*

[16] *Símbolo, I, XXX*

gitativa y la memoria. Cada uno de ellos se asocia a una región determinada del cerebro, en sentido anteroposterior respecto al orden enunciado. Así el sentido común se aloja en la parte anterior o frontal y la memoria en la posterior u occipital.

El sentido común recibe los nervios procedentes de los sentidos exteriores. Por otra parte se asocian propiedades físicas de estas regiones del cerebro con respecto al sentido alojado en ellas. Así nos dice que la parte del cerebro que aloja al sentido común es muy «tierna», lo cual la hace óptima para que en ella se impriman las imágenes «por su mucha blandura», pero poco adecuada para conservarlas, lo cual se hace en la imaginativa, alojada en una parte de «los sesos más duros»[17].

Por lo que respecta a los sentidos exteriores nos describe el ojo formado por tres tipos de humores, separados entre sí por dos telas delicadísimas: el cristalino, «sólido y transparente como el cristal», el humor rojo y el humor azul. Dos nervios que nacen del sentido común de los sesos comunican a éstos con el cerebro[18]. Sobre el sentido del oído nos comenta asimismo la existencia de dos nervios que arrancan del sentido común, y que comunican con una especie de vejiga sensible que produce la sensación de oir.

La sensibilidad olfativa la atribuye a «dos pezones chiquitos de carne muy blanda y esponjosa»[19], que conectan a su vez con el sentido común por sendos nervios. Finalmente del gusto dice que está causado por «..dos niervos que están en medio de la lengua, y se ramifican y extienden por toda ella, la cual proveyó el Criador que fuese húmeda y llena de poros, y vacía de todo género de sabores»[20]. Señala del tacto que no está localizado en un lugar señalado del cuerpo, sino extendido por todo él.

6. Léxico anatómico

Fray Luis de Granada realiza una aportación notable a la génesis de un léxico anatómico en lengua castellana. No es casualidad que los dos anatomistas contemporáneos que utiliza como fuente principal, Valverde y Montaña, aun representando corrientes distintas de pensamiento anatómico, reivindiquen ambos la lengua castellana para la composición de sus obras[21].

La tarea a realizar se refiere por una parte a elevar a la condición de términos técnicos una ingente cantidad de vocablos exclusivamente usados hasta entonces en el habla vul-

[17] *Símbolo, I, XXIX*

[18] *Símbolo, I, XXX*

[19] Idem

[20] Idem

[21] Ver Valle-Inclán (1949), en la introducción se bosqueja una nueva clasificación de los anatomistas españoles del siglo XVI, no en función del contenido de su obra, sino de la lengua utilizada, latín o romance.

gar; por otra, acomodar al romance, mediante neologismos más o menos elaborados, los nombre anatómicos griegos, latinos y árabes usados en el lenguaje culto. En este sentido Laín (1946: 198 y siguientes) ha señalado que la aportación de Montaña se caracteriza por la pobreza de cantidad y el aire culto y libresco de los nombre usados, mientras que la de Valverde, por el contrario, es de una gran riqueza y con aportaciones populares que a veces rozan la vulgaridad. Hemos constatado que Fray Luis se mantiene en un equilibrio intermedio.

Fiel al romance, Fray Luis dirá *cañas de los brazos*[22] en lugar de *fóciles, galillo o campanilla*[23] en lugar de *úvula* y *lengüeta*[24] en vez de *epíglotis*. Por otra parte culteraniza expresiones de Valverde que rozan la vulgaridad: dirá *morecillo*[25] en vez de *morzillo, artículo*[26] en vez de *artejo* y *ligamento*[27] en vez de *atadura*.

Al hablar de los huesos introduce el término *scopos*[28] que ni siquiera encontramos en el cultísimo Montaña. Con el nombre de *coladero o garguero*[29] se refiere al conjunto faringe–esófago, sin establecer ninguna distinción entre ambos tramos, y que no hay que confundir con *gargavero*, que se refiere a la laringe. Para Balcells (1989) *garguero y gargavero* son sinónimos, pero pensamos que queda claro que *gargavero* se refiere a la laringe en el pasaje: «..pasa el aire que recrea los sesos y el corazón, como las narices, el *gargavero*, los pulmones y la arteria venal»[30]. A su vez a la tráquea la llama *caña del pulmón*[31].

En ocasiones intercala expresiones más cultas con otras más vulgares, manifestando su equivalencia de significado como si tuviera la intención de refinar el lenguaje del lector. Así dice «..los intestinos, que son las tripas»[32], o «..despiden por su desaguadero (el ano)»[33].

[22]. *Símbolo, I, XXIII*

[23]. *Símbolo, I, XXVI, 4*

[24] *Símbolo, I, XXVI*

[25] *Símbolo, I, XXIII*

[26] Idem.

[27] Idem.

[28] Del griego *skopós*, punto de mira. Ver supra.

[29] *Símbolo, I, XXVI*

[30] Edición de la *Introducción del Símbolo de la Fe,* Cátedra.

[31] *Símbolo, I, XXVI*

[32] Idem

[33] *Símbolo, I, XXVI, 1*

Para concluir podemos decir que si en Montaña y en Valverde el escribir en romance se debe al deseo de divulgar conocimientos anatómicos entre personas que no conocían el latín (barberos, cirujanos), en Fray Luis también forma parte de un empeño divulgador, pero con finalidad catequética, y la escritura en lengua vulgar le permite llegar a un número mucho mayor de lectores. Su léxico intenta mantener un equilibrio entre un lenguaje demasiado culto, deudor en demasía de términos griegos y latinos, y una excesiva vulgaridad.

Bibliografía

BARONA, J. L. (1993), «El cuerpo alegórico», *Medicina e Historia, 47.*

BARONA, J. L. (1993), *Medicina y Filosofía Natural en el Renacimiento,* Seminari d'Estudis sobre la Ciencia.

FRAY LUIS DE GRANADA (1989), *Introducción del Símbolo de la Fe (I Parte),* Introducción y notas de Balcells, J. M., Cátedra.

GARCÍA BALLESTER, L. (1972), *Galeno*, Ediciones Guadarrama.

GRACIA, D. (1973), «La fisiología escolástica de Fray Bernardino de Laredo», *CHME, 12.*

LAÍN ENTRALGO, P. (1946), «Conceptos fundamentales para una historia de la anatomía», *AIHM, 1*, 419-423.

LAÍN ENTRALGO, P. (1988), *La Antropología en la obra de Fray Luis de Granada,* CSIC, (1ª Edición 1946).

LOPEZ PIÑERO, J. M. (1974), «Medicina moderna y sociedad española», *Cuadernos de Historia de la Medicina Española, 13*, 51-110.

O'MALLEY, C. D. (1973) «Los saberes morfológicos en el Renacimiento». En: Laín Entralgo, P. (dir.), *Historia Universal de la Medicina*, Ed. Salvat.

SAUNDERS Y O'MALLEY (1946), «Bernardino Montaña de Montserrate: Author of the first Anatomy in Spanish Language», *Journ. Hist. Med.* , January, 87-107.

VALLE-INCLÁN, C. (1949), «El léxico anatómico en Valverde y Montaña de Montserrate», *AIHM*, vol. 1.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 267-272

LA INTRODUCCIÓN DE LA QUÍMICA NEWTONIANA EN ESPAÑA: FRAY MARTÍN SARMIENTO (1695-1772)

María Álvarez Lires
Departamento de Enxeñería Química. Universidade de Vigo

Palabras clave: *Sarmiento, Ilustración, España, Galicia, newtonianismo, cartesianismo, Escuela holandesa, Musschenbroeck, Boerhaave.*

The introduction of Newton's chemistry in Spain: Father Martín Sarmiento

Summary: *In this paper we will analyze what Father Sarmiento, who was a hardwarking Galician polygraphist, thought about the controversy Cartesianism versus Newtonianism in the Age of Enlightenment. We will also highlight his great knowledge of Chemistry both for the quotations and proposals from his writings and the analysis of the books from his marvellous library, which consisted of more than seven thousand five hundred volumes. We will bring out his relationship with the scientists from the Newtonian Dutch School, particularly with Peter Musschenbroeck, with whom he was in touch by erudite letters. We will also study the similarities between his thinking and the one of the doctor and chemist Hermann Boerhaave.*

Key words: *Sarmiento, Enlightenment, Spain, Galicia, Chemistry, Newtonianism, Cartesianism, Ducht School, Musschenbroeck, Boerhaave.*

Las ciencias del siglo XVIII: la figura del Padre Sarmiento

La química, en esta época, estaba ligada a la historia natural, que estudiaba los Reinos vegetal, animal y mineral; a la física, con la que compartía el estudio del fuego, del calor, del aire, o el de las «gravedades específicas» (densidades); así como a la medicina, de la que se consideraba una ciencia auxiliar.

La ciencia en general se conocía como *filosofía natural* y estaba atravesada por consideraciones teológicas y filosóficas, siendo preciso desvelar los intrincados modelos que subyacen a las explicaciones de los fenómenos.

Además, la química no era un todo homogéneo puesto que existían diferentes escuelas, entre las que cabe citar: la inglesa, la italiana, la francesa, la holandesa, la alemana, la sueca y la rusa.

Fray Martín Sarmiento fue un fraile benedictino, representante de la Segunda Ilustración, de origen gallego, que dedicó su vida al estudio, escribiendo multitud de «pliegos» que nunca quiso publicar por razones diversas que hemos expuesto en otro lugar (A. LIRES,

1998), entre las que cabe citar el convencimiento, avalado por la práctica, de que sus ideas no eran comprendidas; el miedo a la Inquisición, de la que paradójicamente era censor, y la contradicción en la que incurría siendo un defensor a ultranza de la empiria sensorial, obligado a «conocer por los libros». Hasta fechas muy recientes, solamente se le ha conocido como discípulo y defensor del Padre Feijoo, de quien fue amigo y consejero, así como censor por orden superior, pero, en los últimos años, diversos estudios han comenzado a ocuparse de su obra desde el punto de vista filosófico y científico (ALLEGUE, 1993, 1998; A. LIRES, 1998).

Cartesianismo versus newtonianismo: cómo se situaba Sarmiento

La obra oficial de Newton sólo se ocupa de la ciencia química colateralmente, pero al constituirse en teoría dominante servirá de base a las nuevas teorías físico-químicas. Entre sus diferencias con el cartesianismo podemos citar:

a) Identifica la *cantidad de materia* con la *masa*, mientras que los cartesianos la asimilaban al espacio que ocupaba.

b) Atribuye a los corpúsculos una propiedad: la atracción a distancia, que se añade a las propiedades mecánicas admitidas por el cartesianismo.

c) Admite la naturaleza corporal de la luz, oponiéndose a Descartes y Huygens, dotándola de masa y dándole el papel de reactivo en las reacciones químicas.

d) Declara que su sistema no es de hipótesis, sinó una generalización de hechos derivados de la observación y de la experimentación.

e) Aunque no combate al atomismo, se opone a la descripción de las imágenes de los corpúsculos, porque la observación sensible no puede verificarlas.

Newton tiene necesidad de definir la *cantidad de materia* de manera cuantitativa y extensible a toda la materia, para elaborar un sistema del mundo: densidad (*gravedad específica*, ligada al peso) y volumen, conjuntamente, determinarán la cantidad de materia de un cuerpo. Las diferentes sustancias que forman el mundo material tienen una *gravedad específica*, algo que nuestros sentidos nos permiten observar. Newton busca una explicación a este hecho, admitiendo, como Gassendi o Lucrecio, la existencia del *vacío,* aunque por razones diferentes, en los *Principia* (NEWTON, 1987: II, 633-634).

Existen diferencias entre la metodología cartesiana y la newtoniana, que nos permitirán situar el pensamiento del Padre Sarmiento al respecto.

La filosofía newtoniana pretende deducir leyes generales a partir de los fenómenos, que permitirán explicar los hechos, unos en función de otros y, por lo tanto, no pueden deducirse por la razón partiendo solamente de algunos principios; es necesaria la experimentación.

La filosofía cartesiana pretendía explicar la naturaleza de las cosas, colocándola por delante de la experiencia. Las evidencias derivadas de las verdades primordiales coincidirán con la experiencia sensible.

Los newtonianos *declaran* que deducen todas las leyes de la teoría, partiendo únicamente de su experiencia. La razón combinará la experimentación con la medición cuantitativa-modo matemático, para permitir una comprobación constante de la teoría. Sobre este punto se suceden las disputas, pero examinando sus obras, todo parece indicar que:

- abandonan la idea de interpretar los mecanismos de cada reacción química;
- dejan de investigar y especular sobre la estructura de la materia, al estilo de Boyle o de Lémery, tratando de descubrir cuáles son los cuerpos capaces de combinarse para dar un nuevo compuesto y quién desplaza a quién.

Podremos observar en las obras de los newtonianos y en las de Sarmiento que, pese a las declaraciones formales, aparecen en ellas hipótesis e inferencias *a priori*. El propio Boerhaave lo reconocerá en su *Tratado del fuego*, y en la obra de Newton hay lugar para la especulación y para la alquimia.

Fray Martín Sarmiento gusta de la filosofía newtoniana, aunque insiste en que solamente trata de inquirir la verdad, *Alethophilo*, no de proclamarla. El pertenecer a un sistema, «secta» o «cofradía» impide la libertad de pensamiento.

Para el estudio y la investigación utilizará el método analítico newtoniano, que aplicará de manera original a la Historia Natural. También utilizará la geometría euclidiana, como había hecho el propio Newton. La naturaleza será para el la fuente de todo conocimiento, a través de la experiencia sensible, que necesitará del método geométrico-matemático para pasar de las sensaciones a las ideas y será partidario del *vacío* newtoniano. Escribirá (SARMIENTO, 1764):

> La Medicina no tiene Axiomas, ni *Theoremas absolutos*, impresos e infixos en la razón Natural. Todos son Hipoteticos y fundados en la practica y observación. No ignoro que Archibaldo Picarnio dio a luz [...] Elementa Medicinae Phisico-Matematica. Nada de todo cuanto dice es absoluto, sino Hipothetico; aunque el autor ha remedado el Methodo de los Elementos de Euclides. No obstante, el Autor es curioso, y claro. Pone quatro Postulados, 100 Definiciones y 200 Proposiciones. El caso es, que por mas contingente, que sea una materia se podrá tratar modo *Geometrico*, en sentido *Hipothetico*, no absoluto. Y ese Methodo es muy de mi gusto.
> No ay Medicina que no esté fundada en la *Pratica*, y observación. Así, la Medicina primitiva verdadera de todas las Naciones, ha sido, y és, la *Medicina Empirica*, ó experimental [...] y los Empiricos [...] se podrán fundar en unos Theoremas Hipotheticos, que les enseñó la repetida experiencia [...].

Los intereses científicos de Fray Martín Sarmiento

Sarmiento poseía la obra completa de Newton y de muchos autores newtonianos, como pudimos comprobar en el *Catálogo de los Autores de quienes yo, Fr. Martín Sarmiento... tengo ad usum*, que se conserva, manuscrito y autógrafo, en la Biblioteca de la Real Academia de la Historia, en el que figuran los títulos de los 7.500 volúmenes de su biblioteca, documento de inestimable valor para el estudio de la ciencia antigüa y moderna. Mantenía relación con la escuela newtoniana holandesa, manejando sus publicaciones y, también, mediante correspondencia o enviándoles sustancias para su análisis, como en el caso de la Platina enviada a Peter Musschenbroeck. La obra de este último, *Instituciones de Física*, será un libro de cabecera de Fray Martín, quien lo utilizará, entre otras cosas, para calcular *gravedades específicas*.

No era un químico, pues carecía de medios para ello, pero era, probablemente, uno de los mejores conocedores de la Química en España. Las opiniones que emite están bien documentadas, proponiendo métodos para solucionar problemas que preocupaban a la ciencia de su tiempo, como la potabilización del agua del mar, la purificación de la Platina o la mejora de los cultivos.

El fin de todas las ciencia y artes (técnicas) es, para Sarmiento, la utilidad y la felicidad de la humanidad, en especial de los habitantes de España y, sobre todo, de Galicia. Podemos hablar, pues, de su «sentido social de la ciencia» y de su papel de precursor de las corrientes que hoy llamaríamos Estudios Sociales de la Ciencia. En dicha línea, apostará por los inventos útiles (barómetro, termómetro, higrómetro, microscopio...). Hay muchos de ellos en su celda.

Sus intereses, por lo que a la ciencia química respecta, tienen que ver, fundamentalmente, con la metalurgia y con la historia natural y la medicina.

Se opondrá a la alquimia y a la iatroquímica o química médica, porque considera que son oscuras y especulativas y, además, se han nutrido de «la avaricia de impostores desalmados». Denostará los remedios minerales tomados «por la boca» porque los considera venenos, aunque los admitirá para uso tópico. Creemos que las obras de Sthal y de Beccher, opuestas a la iatroquímica, pesaron bastante en esta opinión. Defenderá, en cambio, el uso de remedios naturales (A. LIRES y BERMEJO, 1998).

Critica los análisis de los vegetales de Nicolás Lémery y, todavía, de la química del siglo XVIII. Sus argumentos no son desatinados, pues científicos de renombre como Boerhaave o Louis Lémery los comparten, aunque con matizaciones, ya que sirvieron para adelantar en la ciencia química. De todas formas, debemos decir que, para no ser químico, percibió que el *fuego* (calor, combustión, destilación...) alteraba profundamente la «textura» de las sustancias sometidas a análisis, que «perdían su virtud»:

a) Los principios que los químicos creen descubrir en sus análisis, no son verdaderos principios. No sirven para determinar las virtudes de las plantas.

b) El fuego «martiriza» las plantas, las destruye e incluso «muda sus virtudes en malignidades».

c) Las plantas «salutíferas» y venenosas producen, sometidas al fuego, los mismos principios.

d) No es posible la síntesis de los restos dejados por el *fuego*.

Su interés por la metalurgia le llevará a adquirir y estudiar las obras más modernas, como las del Colegio Metálico Sueco y a interesarse por la Platina desde 1750 (mena de la que se obtendrá el metal Platino, en 1786, gracias a Fausto Delhúyar y a Chabaneau, en Vergara). Fray Martín cree que puede ser el octavo metal y propone métodos para su purificación pero, como no dispone de medios, envía muestras a Linneo, Bowles y Peter Musschenbroeck. Como siempre, se adelantaba a su tiempo.

Este mismo interés le llevará a realizar experiencia sobre «gravedades específicas», utilizando las tablas de Musschenbroeck, como se pone de manifiesto en la siguiente cita (SARMIENTO, 1761?):

> Yo jamas he exercitado la *Chimica*, ni sé manejar los diferentes metales mediante el fuego. Pero asienta que el determinar solo *siete metales*, es pura voluntariedad pro-

cedida de nuestra ignorancia en la Phisica. La grabedad especifica del *oro* purisimo es de *19640* con *1*, segun la tabla de *Pedro Van Musschenbroek* en sus *Instituciones fisicas* de 1748 en Leyden.
Tenia idea confusa de que ese *Muscchenbroek* no havia hecho experiencias *Chimicas* por falta de *Platina*. Pensé pues, en remitirle un poco de Platina [...] y me escrivió una carta de gracias [...] a 20 de diciembre de 1760; y no pudo haber hecho muchas experiencias pues supe que poco despues havia muerto [...].
Si yo tubiese practica de los hornos Chimicos haria una combinacion de la Platina con el metal *Tumbaga* en el fuego y observaria la resulta; [...] esta combinacion aun no se ha hecho.

Semejanzas con el pensamiento de Boerhaave (1668-1738)

El mayor apoyo a la filosofía de Newton, en la primera parte del siglo XVIII, procedía de la escuela holandesa, de la Universidad de Leyden, en la que destacaron Gravesande, Boerhaave y los hermanos Musschenbroeck. La obra de Boerhaave, *Elementos de Química,* constituyó la obra de más prestigio en la ciencia química del XVIII hasta la «revolución» de Lavoisier, influyendo en Lavoisier, Laplace y los enciclopedistas.

Boerhaave elogia el método propuesto por Boyle y por Bacon, que preconizaron la observación, la experimentación y el estudio atento de la experiencia, sin olvidar que el espíritu del sabio no puede desaparecer y registrar pasivamente un conjunto innumerable de hechos ordenados de cualquier manera. En otro lugar (A. LIRES y TOJO, 1998) hemos expuesto que Fray Martín Sarmiento no profesa un empirismo ingenuo: la experiencia no es suficiente, pues hay que buscar las razones, mediante «combinaciones y analogías» a través de un complejo proceso en el que el método matemático será un valioso instrumento.

Boerhaave, igual que Sarmiento, recomendará la lectura de los «antiguos», para extraer lo que de bueno puede haber en ellos, pero critica muchos aspectos de las doctrinas precedentes, afirmando que los descubrimientos más importantes están consignados en unas obras casi inutilizables por su oscuridad. Sarmiento participa de esa crítica a la ciencia oculta, de forma más virulenta.

Boerhaave, al igual que Sarmiento, opina que el estudio químico de los vegetales y de los animales no respondió a las esperanzas que médicos y boticarios habían depositado en ellos. Manifiesta críticas a la iatroquímica, alertando contra un empirismo integral, en el caso de los remedios químicos, y contra las ilusiones seductoras que llevaron a sus predecesores a un dogmatismo estrecho, muy peligroso para el arte de curar y contrario a los fines de la química, que debe intentar sanar «con modestia, prudencia y sabiduría». La iatroquímica, dirá Boerhaave, tuvo su mérito, pero fue preciso abandonar una gran parte de sus locas esperanzas. Parece, pues, que las críticas de Sarmiento a los excesos y osadía de los métodos curativos de los remedios minerales no eran desatinadas; un químico-médico prestigioso las comparte, aunque de manera más atenuada.

No debemos buscar en la obra de Sarmiento una síntesis superadora de todas las ideas, teorías y metodologías que influyeron en su pensamiento o que utiliza en la práctica. Descubriremos contradicciones en ella, como el uso de la geometría euclidiana o de hipótesis implícitas y explícitas en sus escritos, pero esto es característico de las obras de los siglos XVII

y XVIII, encontrándose también en las de destacados científicos como Descartes, Lémery, Newton o Boerhaave, entre otros.

Bibliografía

A. LIRES, M. (1998), *A Ciencia no século XVIII: Fr. Martín Sarmiento (1695-1772), unha figura paradigmática,* Universidade de Vigo, Tesis Doctoral, inédita.

A. LIRES, M. y BERMEJO, M. (1998), «El epistolario de Fr. Martín Sarmiento: Un acervo de datos acerca de las Ciencias de la Naturaleza, de la vida y del pensamiento de la Ilustración». En: GARCÍA HOURCADE et al (eds): *Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueología Industrial y las Ciencias. Actas del VI Congreso de Historia de las Ciencias y de las Técnicas,* Segovia, Junta de Castilla y León, 415-425.

A. LIRES, M. y TOJO, J. (1998), «El pensamiento científico de Fr. Martín Sarmiento: Un gallego de la Ilustración». En: GARCÍA HOURCADE et al. (eds): *Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueología Industrial y las Ciencias. Actas del VI Congreso de Historia de las Ciencias y de las Técnicas,* Segovia, Junta de Castilla y León, 805-815.

ALLEGUE, P. (1993), *A Filosofía Ilustrada de Fr. Martín Sarmiento,* Vigo, Edicións Xerais.

BOERHAAVE, H. (1752), *Êlemens de Chymie.* Trad. francesa, Paris.

LÉMERY, N. (1675), *Cours de chimie,* Paris.

MUSSCHENBROEK, P. Van (1807), *Elementa Physicae,* Madrid, Typographia Tomae Alban.

NEWTON, I. (1987), *Principios matemáticos de la filosofía natural.* Edición de Eloy Rada, Madrid, Alianza Universidad.

SARMIENTO, Fr. M. (sin fecha), *Catálogo de los Autores, de quienes, yo Fr. Martin Sarmiento, Benedictino, tengo, ad usum, ó todas sus obras, ó parte de ellas, ó algún como suelto y separado,* Madrid, Biblioteca de la Real Academia de la Historia, Ms. 9/1829.

SARMIENTO, Fr. M. (1762), *Sobre el Vegetable llamado Seyxebra,* Madrid, Biblioteca Nacional, Ms. 20388, fol. 307.

SARMIENTO, Fr. M. (1764), *Volumen 3º de la Obra de 660 Pliegos,* Madrid, Colección Dávila, Biblioteca Nacional, Ms. 20391, fol. 570.

SARMIENTO, Fr. M. (1998), *Elementos Etimológicos según el Método de Euclides.* Edición de Pilar Allegue, Vigo, Universidade de Vigo y Museo de Pontevedra.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 273-278

LOS INICIOS DE LA CÁTEDRA DE FÍSICA DEL AIRE EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA. CRONOLOGÍA BIOGRÁFICA Y CIENTÍFICA DE MIGUEL AZPÍROZ YOLDI (1916-1965)

Aitor Anduaga

Palabras clave: *Meteorología, Física del Aire, Física, Universidad, Barcelona, España, Siglo XX, Azpíroz.*

The beginning of physics of air in the spanish university. Biographical and scientific chronology of Miguel Azpíroz Yoldi (1916-1965)

Summary: *Within the framework of the Spanish University, Meteorology doesn't acquire autonomy since the beginning of the XXth century. Meteorology's chair is replaced with Physics of Air around the middle of century. This paper centres on the beginning of this chair in the University of Barcelona (1953), specifing professional exam's ups and downs. It has been proposed to emphasize the life and work of the physicist and meteorologist Miguel Azpíroz Yoldi (1916-1965), Physics of Air's Professor in University of Barcelona (1953-1965).*

Key Words: *Meteorology, Physics of Air, Physics, University, Barcelona, Spain, XXth century, Azpíroz.*

La enseñanza de la meteorología en las universidades españolas alcanzó una edad madura cuando que los planes de estudio recogieron el testigo de su autonomía y no se limitaron sólo a acoger sus contenidos en el seno de otras asignaturas. La Meteorología halló acomodo en el espacio reservado a las asignaturas de doctorado de la Sección de Ciencias Físicas, a partir del *Plan García Alix* promulgado mediante el R. D. del 3 de agosto de 1900. No obstante, mantuvo una presencia casi testimonial hasta que fue sustituida por la Cátedra de Física del Aire en la década de los cuarenta.

La Cátedra de Física del Aire formó parte de la *Ordenación de la Facultad de Ciencias* promulgada por D. de 7 de julio de 1944. Un nuevo decreto, del 8 de marzo de 1946, estableció que se cursara en la Sección de Físicas del cuarto año de carrera. La asignatura disponía de tres horas semanales de clase y una de sesión práctica. Se encargaron de ella los Auxiliares Francisco Morán Samaniego (1901-1984) en Madrid y Antonio Tomás Quevedo en Barcelona. Sin embargo, la primera Cátedra fue convocada a oposición el 22 de diciembre de 1947 en la *Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid* y correspondió a F. Morán, que la desempeñó de 1948 a 1971.

Con el objetivo de extender la Cátedra a otras Facultades, F. Morán presionó para

que saliera una plaza nueva en la *Universidad de Barcelona*, llegando a un compromiso con el Meteorólogo balear José Mª Jansá Guardiola, que había sido alumno suyo y con quien guardaba una fuerte amistad.[1] Las oposiciones fueron convocadas por Orden del 1 de junio de 1951 y se presentaron dos aspirantes, José Mª Jansá Guardiola y Miguel Azpíroz Yoldi.[2] El Tribunal estaba formado por el presidente, Julio Palacios Martínez (catedrático de la Universidad de Madrid); los vocales Gonzalo González Salazar Gallart (catedrático de las Universidad de Zaragoza), José María Vidal Llenas (de la Universidad de Barcelona) y F. Morán; y el secretario Rafael Domínguez Ruiz-Aguirre (de la Universidad de Madrid).[3]

La superioridad de M. Azpíroz quedó manifiesta durante el desarrollo de las pruebas, al menos para los dos meteorólogos que completaban el tribunal.[4] Ello se desprende de que, pese al elevado número de trabajos de J. Mª Jansá, muy superior al de M. Azpíroz –24 del primero por 6 del segundo–, el Tribunal destacara la elevada originalidad de sus investigaciones. La sólida formación matemática, junto a su originalidad de pensamiento, posibilitaron la adjudicación de la plaza contra pronóstico y de forma brillante.

– Cronología biográfica-científica de Miguel Azpíroz Yoldi (1916-1965)

Natural de Tolosa, provincia de Gipuzkoa, nació el 17 de agosto de 1916.[5] Era hijo

[1] También mantuvo relación y gran amistad con M. Azpíroz, de quien fue Director de tesis. Parece ser que, incluso, F. Morán llegó a insinuar a M. Azpíroz que no se presentara a las oposiciones que se fueran a convocar con ese motivo. M. Azpíroz le comunicó que no sería su contrincante en el caso en que se convocara. Sin embargo, la Cátedra era un lugar apropiado para proseguir las investigaciones teóricas en termodinámica de la atmósfera.

[2] «Expediente para proveer por oposición la cátedra de Física del Aire de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona», AGACE-SEC, leg. 5716. Hemos de agradecer la sugerencias y los datos aportados por José Mª Vidal Llenas, quien a pesar de su avanzada edad mantiene una memoria extraordinaria.

[3] Fue regida por la *Ley de Ordenación de la Universidad Española*, de 29 de julio de 1943, y el *Reglamento de oposiciones para Cátedras universitarias*, de 25 de junio de 1931.

[4] J.Mª Vidal recuerda que, mediada la oposición, F. Morán le cogió del brazo y le dijo: «Amigo Vidal, no sé si Vd. se está dando cuenta de que nuestros compañeros del Tribunal no se enteran de cómo va la oposición. Tengo un problema de conciencia. ¿Podemos seguir callados?». Antes del último ejercicio, por consejo del propio F. Morán, J.Mª Vidal informó a J.Mª Jansá que no iba a salir. Todo indica que, a su pesar, fue F. Morán quien convenció al resto de los miembros del Tribunal y decidió la idoneidad de M. Azpíroz sobre J.Mª Jansá.

[5] De M. Azpíroz existen varios expedientes que nos permiten afinar en su perfil biográfico. En efecto, en el AGACE-SEC se encuentran: leg. 20311-11 y leg. 14800-102, que dan información acerca de su etapa de Catedrático en la Universidad de Barcelona; leg. 9741-47 y caja 4168-39, que contienen su expediente académico para la expedición del título de Licenciado; y leg. 14741-74, sobre su expediente académico para el título de Doctor. Además, para la etapa de Meteorólogo se ha consultado el expediente que se halla en el *Instituto Nacional de Meteorología*. También quisiéramos agradecer la valiosa, y personal, información que nos ha facilitado su viuda, Mª del Carmen Othaitz, así como su hermano Arturo, y los catedráticos Ernesto Gardeñas, Juan Goñi Mateo y Manuel Puigcerver, sin cuya ayuda difícilmente se habría podido llevar a cabo esta comunicación. Por último, cabe mencionar la nota necrológica que le brindó la *Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, como Académico que era.

de Lorenzo y de María, y, por proximidad al domicilio, realizó los estudios de Bachillerato en el *Instituto Nacional de Enseñanza Media de San Sebastián*. En los años siguientes adquirió una preparación matemática que le valió para las investigaciones teóricas que realizó en el dominio de la física de la atmósfera. A pesar de la guerra civil, que obviamente supuso un parón de dos años en sus estudios, consiguió licenciarse por libre en Ciencias Exactas por la Universidad de Madrid. El expediente no indica un balance extraordinario, pero muestra su facilidad e interés por la Física teórica y la Física matemática. Al mismo tiempo, obtuvo una plaza en las oposiciones al *Cuerpo de Meteorólogos*, de Escala Facultativa, convocadas el 28 de mayo de 1942, siendo destinado al *Observatorio de Igueldo* en San Sebastián. Aprovechando parte de los estudios realizados en la carrera de Ciencias Exactas, emprendió en 1945 la licenciatura de Ciencias Físicas. Cabe señalar que fue nombrado Becario del Instituto Jorge Juan de Matemáticas y trabajó en la Sección de Meteorología del *Instituto Nacional de Geofísica*, de febrero de 1947 a mayo de 1949. Sabemos, por otro lado, que visitó centros de investigación franceses e ingleses a finales de 1951, con el fin de perfeccionar los conocimientos respecto a las teorías sobre formación de frentes y sus aplicaciones a la predicción del estado del tiempo.

Carácter autodidacta, libre e independiente, éstos son los rasgos que comienzan a definirse en la personalidad de nuestro protagonista. Combinaba, además, estas señas de identidad con una extraordinaria timidez, que, a veces, llegaba a ser exagerada. Fue, precisamente, humildad, inteligencia, capacidad de trabajo y una profunda visión físico-matemática los elementos que le definieron en los años posteriores.

M. Azpíroz fue nombrado Catedrático de Física del Aire en 17 de diciembre de 1953. Además, explicó las asignaturas de Física teórica y experimental I para matemáticos y Física teórica y experimental II.[6] Por otro lado, el 13 de diciembre de 1962 fue elegido Académico numerario de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona y el 25 de febrero de 1963 ingresó con su discurso *Predicciones del tiempo*, que fue contestado por el académico José Mª Vidal Llenas.

La mayoría de los trabajos teóricos los realizó en la década de los cincuenta, y es en este periodo cuando comenzó a destacar su figura científica. La ascensión meteórica se vio truncada trágicamente con su muerte, el 20 de septiembre de 1965, cuando contaba con sólo 49 años de edad. El conjunto de las investigaciones teóricas no es amplio, pero sí selectivo y de una gran solidez. Además del trabajo de doctorado y del discurso citado, escribió cuatro publicaciones en la *Revista de Geofísica*, que pertenecían a su etapa en el *Instituto Nacional de Geofísica*, y otras tres en los *Anales de Física y Química*, en los que abordó problemas físicos con una firme base matemática. Las primeras obras tuvieron un carácter fundamentalmente teórico y estuvieron relacionadas con cuestiones termodinámicas aplicadas a problemas meteorológicos, mientras que las últimas correspondieron a óptica teórica y mecánica clásica.

Siguiendo un orden cronológico, el primer trabajo publicado fue la memoria de la tesis doctoral *La afinidad en procesos termodinámicos de interés meteorológico*, presentada en 1949 en la Universidad de Madrid, y fruto de un estudio realizado en la Sección de Meteorología Teórica del Instituto Nacional de Geofísica, bajo la dirección de F. Morán. El trabajo

[6] Sus alumnos recuerdan aquella facilidad, extrema, en los análisis matemáticos y la claridad y precisión de sus explicaciones.

fue publicado por el CSIC en el año 1951 y apareció un resumen en la *Revista de Geofísica* (1950). Uno de los principales problemas que se le planteaba a la física del aire desde el punto de vista termodinámico era el estudio físico de la mezcla formada por aire, agua y vapor de agua. Este estudio, llevado a cabo de manera reversible, había sido realizado clásicamente por los físicos franceses Van Lerberghe y Glansdorf. Sin embargo, la mayoría de los procesos que tenían lugar en la atmósfera se producían en condiciones irreversibles y la termodinámica clásica no aportaba soluciones para estos casos. Fue en 1936 cuando el físico danés Th. de Donder, en su obra *L'affinité*, dio un cambio de timón al planteamiento termodinámico clásico, definiendo una nueva función de estado en las reacciones físico-químicas, llamada afinidad, que había sido deducida de la noción de calor no compensado en un proceso irreversible. Esta función se aplicó a reacciones que se daban en sistemas cerrados y permitió extender los teoremas de la termodinámica a las reacciones irreversibles. En 1936, Van Lerberghe y Glansdorf extendieron estos principios a sistemas abiertos, bajo determinadas condiciones. A continuación, Van Mieghem y otros intentaron aplicar los resultados a la práctica meteorológica, pero las simplificaciones que introdujeron no lograron extraer importantes consecuencias del principio de Th. de Donder, pues los resultados también podían haber sido conseguidos con recursos más simples. Ante este intento fallido, M. Azpíroz estudió la afinidad desde un punto de vista más general y obtuvo unos resultados que se diferenciaron claramente de los empleados hasta entonces. Calculó su valor cuando el agua se evaporaba en el seno de una atmósfera húmeda que se hallaba a diferente temperatura que el líquido. De esta forma, dedujo la condición general de equilibrio respecto a la evaporación y concluyó que habría equilibrio entre aire húmedo y agua cuando el aire húmedo estuviera saturado, cualquiera que fuera la diferencia de temperatura entre ambos. Seguidamente, una vez calculado el valor de la afinidad, obtuvo las ecuaciones diferenciales de evolución en sistemas cerrados formados por aire, agua y vapor de agua. El trabajo recibió el premio Leonardo Torres Quevedo en 1949 y consiguió llenar un vacío que existía en torno a los fenómenos termodinámicos irreversibles, especialmente la evaporación.

La siguiente publicación apareció en 1951 en la *Revista de Geofísica* bajo el título *Sobre flujo horizontal en la atmósfera*. Consistía en una generalización de la fórmula obtenida por M. C. Mc Vittie para vientos de gradiente a gran escala. La fórmula en cuestión dependía de los valores de las coordenadas y la fuerza de Coriolis en el centro de la depresión. M. Azpíroz partió de la ecuación de movimiento de la atmósfera observado desde un sistema móvil de referencia y logró una fórmula más general, también para flujo horizontal, en la que la fórmula de Mc Vittie era un caso particular de aquélla.

Las dos siguientes publicaciones fueron aplicaciones de fórmulas conocidas en hidrodinámica. Probablemente, la de mayor valor sea la que data de 1952, que apareció en *Revista de geofísica* con el título «Sobre la fórmula de Knudsen». En los textos clásicos de teoría cinética, nos encontramos con la fórmula de Knudsen $P/(T)^{1/2} = Kte$, que establece una relación entre la presión y temperatura existentes en dos recipientes llenos del mismo gas, a baja presión y separadas por un orificio que sólo permite el flujo molecular cuando se llega a un estado estacionario. O sea, $p_1 / (T_1)^{1/2} = p_2 / (T_2)^{1/2}$, siendo p_1, p_2, T_1 y T_2 la presión y temperatura en dos momentos cualesquiera.

Pues bien, este resultado fue obtenido primeramente por Osborne Reynolds y lo llamó transpiración térmica. Más tarde, Allen y Jones encontraron una relación de la forma que daba Knudsen en sus trabajos con Helio II. Sin embargo, fue en 1945 cuando H. B. Casi-

mir y Onsager idearon un nuevo método para llegar al resultado de Knudsen, utilizando teoría general de procesos irreversibles. La aportación de M. Azpíroz consistió en otro método de deducir la fórmula por generalización del proceso de afinidad de Th. de Donder a un sistema termodinámico, cuyas fases estaban a distinta presión y temperatura.

El segundo de los trabajos de carácter hidrodinámico fue publicado en el año 1953, también en la *Revista de Geofísica*, con el nombre de «Acerca de la solución de un problema de conducción de calor». El problema consistía en el estudio del calentamiento de un cuerpo poroso por un fluido a temperatura superior que se difundía a través de él a velocidad constante. En el año 1926, A. Anzelius había estudiado el calentamiento de un tubo suficientemente delgado, formado por un mal conductor de calor que tenía una proporción adecuada de un metal. Por el interior del tubo se movía la corriente del fluido con velocidad uniforme. Esta cuestión se hallaba resuelta en la obra clásica de H. Bateman, dedicada al estudio de las ecuaciones diferenciales de Física matemática, empleando el método de Laplace. M. Azpíroz halló la misma solución mediante la aplicación de la Teoría de Grupos y del Teorema (a la ecuación resultante. Este método proporcionó un abanico de posibilidades para aceptar distintas condiciones de contorno.

Fueron dos los trabajos de óptica teórica, publicados ambos en los *Anales de Física y Química*, bajo los epígrafes «Acerca de la propagación de la luz en medios isótropos heterogéneos» y «Acerca de unas fórmulas de óptica geométrica» en los años 1959 y 1960, respectivamente. En el primero, realizó un breve estudio de las propiedades físicas generales más importantes de la propagación de la luz en medios isótropos heterogéneos, distinguiendo las propiedades que concernían a los rayos de las de las ondas. Sin embargo, la aportación más relevante a la óptica se debió a su segundo trabajo. En el primero, había descrito las fórmulas clásicas de la torsión del rayo y de la variación de las curvaturas principales $-k_1$ y k_2-. En éste transformó las fórmulas anteriores de manera que aparecían explícitas las propiedades geométricas de las superficies equiescalares y obtuvo así una nueva formulación para la torsión del rayo. Además, consiguió generalizar la ley de refracción $\mu \operatorname{sen} i = \mu' \operatorname{sen} i'$ (fórmula clásica para la superficie de separación de dos medios isótropos homogéneos de índice de refracción diferente) mediante una nueva formulación, mucho más compleja y extensa.

Bibliografía

AZPÍROZ, M. (1951a), *La afinidad en procesos termodinámicos de interés meteorológico*. Madrid, CSIC.

AZPÍROZ, M. (1951b), «Sobre flujo horizontal en la atmósfera», *Revista de Geofísica, X* (39), 208-213.

AZPÍROZ, M. (1952a), «Sobre movimiento relativo de un fluido homogéneo e incompresible», *Revista de Geofísica, XI* (42), 146-153.

AZPÍROZ, M. (1952b), «Sobre la fórmula de Knudsen», *Revista de Geofísica, XI* (42), 154-156.

AZPÍROZ, M. (1953), *Acerca de la solución de un problema de conducción del calor*. Madrid, Talleres del IGC. También publicado en *Revista de Geofísica, XII* (46), 118-122.

AZPÍROZ, M. (1959), «Acerca de la propagación de la luz en medios isótropos heterogéneos», *Anales de Física y Química, LV-A*, 149-156.

AZPÍROZ, M.; GOÑI MATEO, J. (1959), «Acerca del movimiento inercial», *Anales de Física y Química, LV-A*, 143-148.
AZPÍROZ, M. (1960), «Acerca de unas fórmulas de óptica geométrica», *Anales de Física y Química, LVI-A*, 125-130.
AZPÍROZ, M. (1965), «Predicciones del tiempo», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, XXXVII* (3ª época, 708), 1. Discurso de contestación por José Mª. Vidal Llenas.
BATEMAN, H. (1944), *Partial Differential Équations of Mathematical Physics*. New York.
DE DONDER, Th. (1936), *L'affinité*. Paris.
MC VITTIE, M. C. (1949), «Two-dimensional fluid motion referred to a network of ortogonal curves», *Proceedings of the Royal Society of London, 1045* (A, 3).
VAN MIEGHEM (1943), *Thermodynamique atmospherique*. Paris.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 279-284

LA DIFUSIÓ DE NOUS CONREUS A LA CATALUNYA DE LA IL·LUSTRACIÓ. LES APORTACIONS DE LA DIRECCIÓ D'AGRICULTURA DE LA REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES NATURALS I ARTS DE BARCELONA (1766-1808)

Pasqual Bernat
Centre d'Estudis d'Història de la Ciència (UAB)

Paraules clau: *Nous conreus, Catalunya, Il·lustració, agronomia, segle XVIII.*

The spreading of new crops in Catalonia during the Enlightenment. The *Direcció de Agricultura* of the *Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts* of Barcelone contribution (1766-1808)

Summary: *The new crops were one of the most important agronomical contributions during the Enligtenment. In this paper we try to explain how this subject was treated and what were the original contributions in a peripheric centre like the Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts of Barcelone.*

Key words: *New crops, Catalonia, Enlightenment, Agronomy, XVIIIth century.*

Si poguéssim comparar el ventall de conreus proposats pels agrònoms innovadors del segle XVIII amb una mena de gran díptic ens adonaríem de seguida que una de les seves meitats ens mostraria el blat i els altres cereals típics de l'agricultura tradicional i l'altra meitat l'omplirien conreus d'espècies poc habituals en la majoria dels camps europeus d'aleshores. Es tracta del que ja en l'època s'anomenaven «nous conreus». I és que a partir de 1760 es va produir una veritable allau de «descobertes» de noves espècies vegetals que, segons els seus patrocinadors, constituïen un conreu altament rendible. Moltes vegades, però, aquestes «descobertes» no eren res més que la rehabilitació de vells conreus oblidats i injustament relegats a un segon terme. En general, es tractava d'espècies farratges com els naps, el trèbol o l'alfals; encara que no es bandejaven plantes amb d'altres usos com la colza, la roja o la patata.

Des de la Direcció d'Agricultura de la RACAB es van presentar un seguit de propostes que, pels seus continguts i característiques, podem considerar perfectament emmarcades en la proposta global que propugnava l'agronomia més novedosa del moment. Bàsicament, les aportacions de la Direcció es van articular entorn de les espècies farratgeres susceptibles de formar prats artificials (Navarro, 1788, 1792) i (Oliveras, 1793), però també

es van atendre problemes puntuals i locals com, per exemple, l'intent de minimitzar la carestia d'oli tot propugnant la introducció del conreu de la colza (Navarro, 1773) com a complement del de l'olivera. I malgrat que fos escàs el nombre de memòries referides a la patata (Oliveras, 1787), crec que no seria just oblidar l'interès dels acadèmics per la introducció del conreu d'aquest tubercle en el paisatge agrari català.

Tanmateix, la introducció de nous conreus topava, però, amb la ferma resistència de nombrosos obstacles. En primer lloc, podem parlar de resistències estructurals, generades per l'organització social, política i econòmica de l'època. I és que no hem de perdre de vista que l'escenari en què es desenvolupen els esdeveniments narrats és el de l'Antic Règim; un marc poc procliu als canvis, sempre temerós i a la defensiva de qualsevol pertorbació que pogués fer trontollar les jerarquies i els privilegis establerts. En aquest sentit, la introducció de nous cultius en la quietud d'una societat rural, dotada d'unes rígides estructures jurídiques i institucionals, podria esdevenir un element distorsionador de primera magnitud. D'altra banda, van resultar tant o més importants les resistències que sorgien de la pròpia pagesia. Es tractava de conreus d'un èxit atzarós, no provat del tot i que en última instància representaven tot un seguit de riscos difícils d'assumir per la majoria dels camperols que, amb penes i treballs, arrencaven de la terra els fruits justos per a sobreviure. Aquesta necessitat d'assegurar-se el plat a taula va fer que els pagesos en general es mostressin refractaris a la introducció de nous cultius i que només alguns propietaris rics i alguns nobles, sense problemes de manutenció, fossin els que gosessin dedicar part de les seves terres a aquests conreus (Ache, 1968: III,534). En certa manera, els segments socials més desfavorits van arribar a contemplar els nous conreus com a quelcom pervers, capaç de posar en perill la seva pròpia subsistència. Un exemple d'això que acabem de dir el constitueix el procés seguit contra la marquesa de Marbeuf, a qui durant la Revolució Francesa es va condemnar a mort i s'executà perquè havia fet sembrar plantes farratgeres en uns terrenys que, segons l'opinió dels severs jutges, es necessitaven imperiosament en aquells moments per a la producció de gra (Festy 1947:134-145) (Auge-Laribe,1955:117).

Com es pot deduir, als promotors de les innovacions no se'ls presentava un panorama gens esperonador. Calia un esforç afegit per vèncer aquestes resistències. És comprensible, doncs, que bona part de les memòries que versaven sobre nous conreus fos destinada a l'exaltació dels seus suposats innombrables avantatges. Per aquesta raó, en aquests treballs les referències a la nova planta i els seus mètodes de cultiu perdien el protagonisme per deixar pas als arguments seductors d'una propaganda explícita. Certament, quan es llegeix aquest tipus de literatura la sensació que rep el lector, salvant totes les distàncies, és clar, és molt similar a la que s'experimenta quan es llegeix un elaborat fulletó publicitari. I això perquè, al cap i a la fi, es tractava de persuadir una opinió pública rehàcia i perquè per aconseguir-ho s'havia d'emprar un discurs emfàtic i convincent. Però el missatge que es volia fer arribar no podia caure en una simple vanalitat retòrica com moltes vegades succeïa en els escrits de l'època, sinó que el disseny dels arguments d'aquesta propaganda havia de servir per rebatre els dubtes i les objeccions oposades pels pagesos: costos, dificultat en el conreu, rendibilitat, etc. En aquest sentit, sembla que la majoria dels agrònoms coincidien en enfocar les seves dots de convicció en quatre aspectes ben definits: *a*) la gran adaptabilitat de les noves espècies, *b*) la senzillesa del conreu, *c*) uns costos del tot justificats i *d*) un ampli ventall d'utilitats. Per comprendre millor la dimensió i l'abast de les tàctiques publicitàries dels nostres agrònoms, crec que pot resultat interessant analitzar amb més deteniment cadascun d'aquests aspectes.

a) L'adaptabilitat dels nous conreus. Aquest era potser el primer argument que s'esgrimia per convèncer uns pagesos molt conscients de les condicions geogràfiques de les seves parcel·les i de les limitacions que sovint això comportava. S'insistia de forma vehement que el que s'estava proposant era conrear unes plantes que prodigiosament tenien un espectre adaptatiu gran, que en la majoria dels casos ratllava la universalitat. Precisament aquest argument anava com anell al dit als agrònoms catalans, que sabedors de la gran accidentalitat i migradesa hídrica del país no es cansaven de remarcar «lo montuoso y árido» que resultava el Principat. Les noves plantes, doncs, resultaven d'una gran idoneïtat per ser conreades en qualsevol indret del territori, encara que les condicions naturals fossin extremes. Així, quan Oliveras parlava de la primprenelle d'Anglaterra ressaltava que:

> «Medra bien en la más altas montañas y en las tierras llanas, se acomoda y prueba en los lugares areniscos, pedregosos y calcáreos; resiste a los mayores fríos y a los más fuertes calores; se pasa con poco o nada de estiércol y no sufre cerca de planta alguna extranjera...» (Oliveras, 1793).

Aquesta gran adaptabilitat servia també per justificar els avantatges de les noves espècies sobre conreus més veterans. En aquest sentit, Navarro no dubtava en servir-se de l'acomodabilitat i de la brevetat del cicle biològic de la colza enfront de les limitacions geogràfiques i la demora productiva de l'olivera per reforçar els seus arguments en favor de l'expansió d'aquesta nova planta oleícola (Navarro, 1773:7). Fins i tot, l'arrel de la misèria, novetat estel·lar de les propostes de la Direcció, gràcies a les seves facultats adaptatives, podia desbancar les altres farratgeres suggerides perquè, segons el mateix Navarro, «con ella sola se suplen con mucho beneficio los prados artificiales, que no se pueden lograr en todas partes» (Navarro, 1788:19).

Com podem veure, l'exhuberant optimisme dels nostres agrònoms els abocava a un discurs sense concessions, en el qual les precaucions no tenien lloc i en què les noves espècies eren considerades, si se'm permet l'expressió, «plantes tot terreny», invulnerables a qualsevol adversitat natural, capaces de reeixir «heroicament» en qualsevol indret. Un discurs que de vegades fregava els límits del paroxisme i que havia portat Oliveras a l'exaltació de la primprenella en aquests termes:

> «...y es realmente muy particular que aun cuando la tierra está cubierta de nieve sirve de alimento al ganado si se le lleva al paraje que está sembrado de ella porqué los animales sienten el olor de esta planta y con las patas o el ocico apartan la nieve y comen con gusto la hierba que como resiste a los extremos de las estaciones conserva siempre su verdor» (Oliveras,1793).

b) La senzillesa del conreu. La mateixa novetat dels nous cultius provocava nombroses conjectures sobre com s'havien de conrear. La desconeixença del vegetal automàticament pressuposava la ignorància del mètode de cultiu. Per aquesta raó, els agrònoms no van estalviar esforços per convèncer els pagesos de la senzillesa amb què les espècies proposades es cultivaven. Sovint es recorria a una estratègia, diguem-ne pedagògica, consistent en comparar el conreu d'una nova planta amb el d'una molt coneguda. Es tractava d'establir com més paral·lelismes millor amb conreus coneguts per allunyar les possibles suposicions de di-

ficultat i complexitat; i al mateix temps guanyar-se la sempre difícil confiança del camperol. D'aquesta manera va ser com el blat, conreu per antonomàsia, va esdevenir el model comparatiu més utilitzat. En certa manera, aquesta estratègia s'inspirava en l'experiència que estava proporcionant l'expansió del blat de moro, un cereal d'un conreu i un aprofitament molt similars al del blat. L'exemple més il·lustratiu ens el subministra Navarro amb la colza. Segons ell, aquesta planta se sembra a l'hivern i se sega com el blat cap al juny, fetes les garbes es traslladen a l'era on se sotmeten al batre i el ventat per extreure'n el gra que es dut al molí on es mòlt, això sí, com les olives, procés, també, conegudíssim (Navarro,1773:35-39).

c) La justificació de les despeses. Els dubtes dels rendiments i els costos dels nous conreus van ser esculls espinosos que també es van haver de vèncer. En tots els treballs es nota un esforç per esvair les reticències sobre la rendibilitat dels nous vegetals tot remarcant-ne les seves grans dots productives. No debades, Navarro presentava també l'arrel de la misèria com a «raíz de la abundancia» perquè amb aquest nom:

> «... se da más a conocer una de las principales propiedades de esta planta, que consiste en probar en todas partes y de introducir la abundancia, desterrando la miseria y la hambre con su grande producción, aun en aquellos años míseros en que faltan las verduras y forrajes» (Navarro, 1788:1).

Aquesta crescuda productivitat havia de justificar per ella sola les possibles despeses que el conreu generés. En aquest sentit, el mateix Navarro, pragmàtic, presentava, amb els comptes a la mà, els balanços del cultiu de la colza a Flandes com a prova de l'alta rendibilitat d'aquest cultiu. (Navarro, 1773:40-41).

A més, per acabar de reblar el clau, s'insistia en què les noves espècies no havien de produir cap dispendi més que el que ocasionaven els conreus tradicionals. Oliveras així ho afirmava per al cas de la primprenelle d'Anglaterra:

> «Tal vez se dirá que esta es una maniobra considerable y dispendiosa, pero nada se hace con nada y sin fuertes gastos y trabajos hechos con conocimiento no se logran unas cosechas abundantes. A más debe hacerse atención en que estas prevenciones son necesarias para casi todos los granos que se siembran y que es menester repetirlas muchas veces en cada año en lugar que una vez hecho este trabajo para la primprenelle no es menester repetirlo en 2,3,4 y puede ser más años» (Oliveras, 1793).

d) La multiplicitat d'usos. Si en alguna part dels treballs sobre nous conreus es desplegava amb més avidesa l'èmfasi publicitari era, sens dubte, en l'apartat destinat a exposar les seves utilitats. S'anunciava una gran versatilitat de les noves plantes, que es presentaven com a polivalents i d'un aprofitament integral. L'exemple paradigmàtic d'aquesta multifuncionalitat el constitueix la colza. Segons Navarro, «en el colzat todo es útil». A banda d'extreure-se'n l'oli, les fulles podien servir d'aliment tan per al bestiar com per als humans, els pans que quedaven després del desgranament eren un farratge nutritiu i un excel·lent adob i, no cal dir, que les restes finals constituïen una palla de primera qualitat per alimentar i allitar el bestiar durant l'hivern (Navarro, 1773:11-17).

Les noves farratgeres eren proclamades com la solució prodigiosa per engreixar i augmentar una cabanya sempre precària; la seva qualitat i l'abundant productivitat n'eren la

garantia. Però no només s'engreixava el bestiar, sinó que les virtuts de plantes com per exemple la primprenelle es traduïen en una millora substancial de la mateixa qualitat dels ramats:

> «Por otra parte está la ventaja de que la lana sería más fina y que por consecuente se vendería a mayor precio. Los carneros serían menos sujetos a las enfermedades muy frecuentes en el invierno ocasionadas por un alimento en algún modo facticio para ellos y con esto al paso que prosperarían más, se perfeccionaría indubitadamente su especie» (Oliveras, 1793)

L'apel·lació als nous conreus com a recurs alimentari dels éssers humans també va constituir una constant en les campanyes propagandistes dels agrònoms innovadors. I és que, enllaçant una mica amb el que ja esmentàvem més amunt, per damunt de tot s'havia de fer arribar el missatge que les plantes que es volia introduir no posaven en perill l'aliment del pagès i la seva família. És més, l'estratègia propagandista se centrava en presentar aquests vegetals com un recurs que, en última instància, podia salvar las subsistència en èpoques de males collites. Com ja hem vist, l'arrel de la misèria –o de l'abundància– i la colza constituïen també una via per mitigar els rigors d'una mala anyada. Tanmateix, l'exemple que millor il·lustra aquesta qüestió és el de la patata. Aquest tubercle es descrivia com un mitjà utilíssim en moments de dificultat, però també, de passada, per estimular el seu ús com a menja entre la gent més pobra, s'exalçaven les seves virtuts culinàries:

> «Las patatas se transforman en mil guisados bajo la mano de un hábil cocinero y en muchas partes es casi el único alimento de la gente pobre que la consume en potaje, al rescoldo, cocidas en agua y después ponen un poco de sal, aceite y vinagre. Se hace también pan, cociéndolas primero. Se deja escurrir el agua y después se amasan con la tercera o cuarta parte de harina y la levadura correspondiente» (Oliveras, 1787) (Iglésies, 1964:16)

I precisament aquesta possibilitat de panificació de la patata, equiparant-la als cereals, posa de manifest, un cop més, que l'estratègia dels agrònoms girava entorn de la presentació dels nous vegetals, sempre que es podia, com a elements tan útils i eficaços com ho eren els grans tradicionals, sempre tan cobdiciats i valorats. Els promotors del tubercle no feien res més que augurar-li unes esplèndidas espectatives que, com tots sabem, el temps s'ha encarregat de confirmar.

Bibliografia

ACHE, J. (1968), «L'evolution des techniques agricoles. La révolution des cultures». A: DAUMAS, M. (dir.): *Histoire Génerale des Techniques*, París, Presses Universitaires de France, 527-561.

AUGE-LARIBÉ, M.(1955), *La révolution agricole*, París.

FESTY, O.(1947), *L'agriculture pendant la révolution française: les conditions de production et de récolte des céráles, 1789-1793*, París.

NAVARRO, J. (1773), *Memoria sobre las utilidades y cultivo del colzat y sobre el modo de*

extraer el aceite de su semilla que en la junta del 10 de junio se leyó en la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de esta ciudad, Barcelona, Francesc Surià i Burgada.
NAVARRO, J. (1788), *Instrucción o memoria sobre la siembra, cultivo, cosecha y conservación de la nueva planta llamada Raiz de la miseria o de la abundancia y sobre sus usos, utilidades y ventajas,* Barcelona, Francesc Surià i Burgada.
NAVARRO, J. (1792), *Método como debía formarse y conservarse un prado artificial,* Arxiu de la RACAB, 79.16 (CF19).
OLIVERAS, M. (1787), *Ventajas y utilidades del cultivo y usos de la patata.* Transcripció a: IGLÉSIES, J. (1964), *Manuel Barba i Roca (1752-1822). Memòries acadèmiques,* Barcelona, Fundació Josep Massot i Palmés.
OLIVERAS, M. (1793), *Discurso sobre la hierba de prado primprenelle de Inglaterra,* Arxiu de la RACAB, 67.12 (CF20).

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 285-294

LOS LIBROS DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN ESPAÑA (1788-1845): LA APARICIÓN DE UN GÉNERO DE LITERATURA CIENTÍFICA[1]

José Ramón Bertomeu Sánchez; Antonio García Belmar
Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia. Universitat de València-CSIC

Resumen: *Los libros de textos suelen ser fuentes poco estudiadas por los historiadores de la ciencia. Sin embargo, debido a sus peculiaridades, resultan de gran interés en los estudios sobre la formación e institucionalización de disciplinas científicas. Además, los libros de texto pueden ser considerados como un género particular de literatura científica, con públicos, autores y editores determinados así como contenidos y formatos especiales. El principal propósito de esta comunicación es la discusión de trabajos recientes sobre la historia de los libros de texto de química y la presentación de algunos resultados del análisis comparado de la aparición y consolidación de estas obras en Francia y en España durante la primera mitad del siglo XIX.*

Palabras clave: *Química, educación científica, libros de texto de química, Francia, España, siglo XIX.*

Chemistry textbooks in Spain (1788-1845)

Summary: *Textbooks are sources which traditionally have not been taken into great consideration by historians of sciences. However, due to their peculiar characteristics, textbooks are sources of great interest when examining processes of formation and institutionalisation of new scientific disciplines. Textbooks are also an important genre of scientific literature with particular publics, authors and editors as well as contents and formats. The main aim of this paper is to discuss recent historical literature on chemistry textbooks and to introduce some conclusions concerning our current research on the emergence of French and Chemistry textbooks during the first half of XIXth century.*

Key words: *Chemistry, scientific education, chemistry textbooks, France, Spain, XIXth century.*

[1] El presente artículo forma parte del proyecto de investigación «La transformación de la materia médica en terapéutica farmacológica en la España del siglo XIX» (PB96-0761-C03-03).

Los escasos trabajos dedicados al estudio de las obras de enseñanza de las ciencias suelen comenzar señalando la poca atención que se ha prestado a estas fuentes por parte de los historiadores. Esta situación suele explicarse por el predominio de tradiciones historiográficas que han dado mayor importancia a los procesos de creación de la ciencia frente a los de transmisión y que han preferido estudiar las grandes figuras de la ciencia en lugar de los casi desconocidos nombres que aparecen en las portadas de muchos libros de texto. Tal estado de cosas no ha mejorado sustancialmente a pesar de los diversos estudios que han defendido la necesidad de replantear los propios conceptos de «creación» y «transmisión» de la ciencia, tanto para evitar la consideración del primero como una actividad individual y aislada como para poner de manifiesto las transformaciones que sufren los conocimientos científicos cuando viajan de un contexto –social, geográfico o académico– a otro. Desde otros puntos de vista, algunos historiadores de la educación han destacado la actividad creativa de los profesores en su labor de adaptación del saber académico para convertirlo en saber escolar, es decir, susceptible de ser enseñado en las aulas a varios tipos de públicos, con diferentes conocimientos previos, intereses y objetivos.

Las obras de enseñanza de la ciencia constituyen, desde estos nuevos planteamientos, tanto fuentes de gran interés para el análisis diversos problemas históricos como un objeto de estudio en sí mismo, que puede analizarse desde perspectivas como la historia del libro, la historia de la educación y la historia de la ciencia. En esta comunicación se discutirán algunos trabajos realizados sobre esta cuestión en los últimos años y se presentarán algunas de las conclusiones que han sido obtenidas de estudios sobre la aparición de estas obras en España y en Francia.[2]

Uno de los primeros obstáculos con el que se enfrenta el historiador de las obras de enseñanza de la química durante el período elegido es la propia delimitación del objeto de estudio. A principios del siglo XIX, el libro de enseñanza de la química era un género nuevo, cuyo aparición y consolidación se produjo como consecuencia de las profundas transformaciones de la enseñanza y del desarrollo de la química como disciplina científica independiente. Por ello, resulta extremadamente complejo dar una definición precisa del término «libro de enseñanza de la química», en la que no se encuentren presentes ideas *a priori*, procedentes de la imagen actual de la química y su enseñanza, así como de las características modernas del libro de texto (HAUPT, 1987; BENSAUDE-VINCENT, 1999). Uno de los objetivos de este trabajo ha sido, por lo tanto, evitar un tratamiento anacrónico del problema, por lo que el estudio ha comenzado por la elaboración de un repertorio general de libros de química publicados en España entre 1700 y 1900. El grupo más importante de obras de este inventario son las que Alain Choppin llama «livres scolaires *stricto sensu*», es decir, aquellos en los que explícita o implícitamente se manifiesta su intencionalidad didáctica. También se han incluido aquellas obras que, a pesar de que no fueron concebidas para la enseñanza, adquirieron por el uso

[2] Para una buena discusión sobre los estudios sobre estas obras puede consultarse el importante trabajo de A. Choppin sobre los manuales escolares en Francia (CHOPPIN, 1992) cuyo marco metodológico de su trabajo fue expuesto en detalle en Choppin (1980). Para el caso de los libros de texto de química, el trabajo de B. Bensaude-Vincent (BENSAUDE-VINCENT, 1990) contiene interesantes propuestas metodológicas. También debemos citar el excelente estudio realizado por Haupt (1987) para Alemania y el mucho menos interesante estudio de Cutler (1962). Se encuentra en proceso de publicación un conjunto de estudios sobre el tema: B. Bensaude-Vincent; A. Lundren (1999).

una «dimensión escolar» (CHOPPIN, 1992). Las obras así reunidas en el repertorio forman un conjunto muy heterogéneo que ha sido analizado y clasificado a partir de cuatro principales perspectivas: el público destinatario de las obras, sus autores, su proceso de producción, edición y comercialización y los contenidos que incluyeron.

1. La producción general de libros de texto

Un análisis general de la producción de obras de enseñanza de la química durante el período estudiado permite elegir como punto de partida aproximado del proceso de consolidación de estas obras el año 1788. Se trata, por supuesto, de una fecha orientativa, dado que, por ejemplo, existen varias obras que pueden ser consideradas claramente como libros de texto de química en fechas anteriores. No obstante, alrededor de 1788, se publicaron varias obras importantes que, en general, eran traducciones de obras francesas, como los *Elémens de Chymie* de los académicos de Dijon, Louis B. Guyton de Morveau (1737-1816), Huges Maret (1726-1785) y Jean François Durande (m. 1794), o las *Leçons élémentaires d'histoire naturelle et de chimie* de Antoine Fourcroy, aunque también aparecieron otras realizadas por autores españoles como Pedro Gutiérrez Bueno (1788) o Valentín Foronda (1791). Las obras publicadas en esos años, aparecidas con los títulos de «Lecciones», «Lecciones elementales», «Elementos», «Curso», etc., no suelen estar destinadas a un grupo de lectores específico, lo que refleja tanto el heterogéneo conjunto de personas interesadas por la química en esos años como el escaso número de cursos de esta disciplina impartidos de modo regular. El laboratorio de química de Madrid, dirigido por Gutiérrez Bueno, propició la publicación de varias obras dirigidas a sus oyentes que incluían desde personas ociosas y acomodadas hasta médicos y farmacéuticos (BERTOMEU, 1999c). Por su parte, según su autor, las *Lecciones ligeras de chîmica* de Valentín de Foronda estaba destinada a la formación de su hijo de doce años, por lo que adoptó una redacción basada en preguntas y respuestas. La traducción de la obra de Fourcroy no indica el público destinatario pero fue realizada por Tadeo Lópe y Aguilar (1759-1802), profesor del Real Seminario de Nobles de Madrid, lo que sugiere que la traducción iba dirigida a los alumnos de este centro. Por su parte el médico Higinio Antonio Lorente, realizó la traducción de los «Elementos de Química» de Antoine Chaptal, otro de los libros de texto fundamentales de la química francesa de finales del siglo XVIII (BENSAUDE-VINCENT,1999).

Estos ejemplos muestran la gran diversidad de contextos en los que se produjeron, tradujeron y utilizaron los libros de texto de química de finales del siglo XVIII. Una similar diversidad se puede encontrar al analizar los lugares de edición de estas obras. Aunque la mayor parte de ellas fueron publicadas en Madrid, otras muchas ciudades, especialmente Barcelona, y en menor grado, Valladolid, Granada, Valencia o, incluso, París, desempeñaron un importante papel en cuanto a la edición de estas obras. Durante una primera etapa, el número de publicaciones fue muy bajo, sin alcanzar la media de un libro de texto al año, de modo que, entre los años 1788 a 1840 aparecieron poco más de cuarenta libros, la mayor parte de los cuales fueron publicados en Madrid. Esta ciudad fue perdiendo poco a poco peso en la edición hasta llegar a los años cuarenta del siglo, fechas en los que se produjo un fuerte aumento de la producción que se colocó en una media de alrededor de cuatro a cinco obras por año, media que fue incrementándose, a lo largo de la segunda mitad del siglo. En esta segunda etapa, la mayor parte de los libros fueron publicados en Madrid, aunque progresivamente aumentó el por-

centaje de las aparecidas en Barcelona hasta alcanzar un máximo en los últimos cinco años del siglo XIX, en los que se transformó en la ciudad con mayor número de ediciones. Las publicaciones aparecidas en otras ciudades están asociadas a la presencia de algunos autores prolíficos como Francisco Montells i Nadal (1813-1893) en Granada o Santiago Bonilla (*fl.* 1877-1893) y Eugenio Piñerúa (1854-1937) en Valladolid.

La anterior discusión es una de las razones que justifica la división del estudio en dos grandes períodos. El primero comprende el intervalo incluido en este artículo y finaliza alrededor de la década de los años cuarenta, pudiéndose tomar como fecha límite la de 1845, dado los cambios institucionales que ocurren en esos años. Dentro de este período, pueden distinguirse dos intervalos claramente separados por la década de 1805 a 1815, que incluye los años finales del reinado de Carlos IV y la guerra de la Independencia, en la que no se publicaron apenas obras de este tipo.

2. El público destinatario de los libros de texto

La identificación del público lector de estas obras resulta una labor muy compleja, dado que sería necesario elaborar un estudio sobre la lectura de obras científicas de este período, que incluyera, entre otras cuestiones, el análisis de una buena muestra de bibliotecas personales. Por el contrario, sí que resulta posible analizar el público al cual estaban destinadas las obras de enseñanza, a través de las declaraciones realizadas por los autores en los prólogos o en los títulos. Estos testimonios, analizados con las debidas cautelas, informan sobre las ideas de los autores acerca del horizonte de expectativas de sus potenciales lectores y, debido a ello, pueden servir tanto para obtener un estimación aproximada de los diferentes tipos de públicos interesados en estos libros como para estudiar la influencia que los diferentes contextos de recepción tuvieron en las obras de enseñanza. El análisis de estas fuentes indican que los contenidos de las obras estuvieron condicionados por el público al que se destinaba, por lo que resulta muy confuso su estudio comparado sin tener en cuenta esta cuestión (GARCÍA BELMAR, 1999).

En algunas obras, las indicaciones son muy específicas, incluso hacen referencia a una institución concreta, mientras que en otras se señala como público destinatario a los estudiantes de uno o varios niveles de la enseñanza. Sólo en un número reducido de casos, no existe ninguna información respecto a esta cuestión, por lo que debe recurrirse a pruebas indirectas como las tablas de contenidos, los editores o los estudios sobre las instituciones educativas de la época. En general, las obras de los años finales del siglo XVIII no estaban destinadas a públicos concretos, con algunas notables excepciones, ya comentadas. Esta situación no resulta particular del caso español, ni siquiera de las obras de química, sino que es característica de las primeras generaciones de manuales escolares. Tras el paréntesis de la guerra de la Independencia, las nuevas publicaciones fueron principalmente dirigidas a estudiantes de medicina y farmacia. Asimismo, ciertas instituciones militares y otras creadas por el gobierno, como el Real Laboratorio Químico de Palacio o el Conservatorio de Artes y Oficios, también propiciaron la publicación de algunas esas obras.[3] Fueron muy escasas en España, sin

[3] Entre los libros que se publicaron para estas instituciones se encuentra la versión reducida del célebre

embargo, las publicaciones semejantes a las famosas «Conversations on chemistry» de J. Marcet y otras obras semejantes dirigidas a las mujeres, que tuvieron una importante difusión en otros países europeos (BENSAUDE-VINCENT, 1999).[4]

A partir de los años cuarenta, el público destinatario más importante estuvo formado por los estudiantes de los centros de enseñanza secundaria, cuya consolidación propició el fuerte incremento en la producción de estas obras durante la segunda mitad del siglo. Una situación similar ocurrió en Francia, si bien la experiencia educativa de los años de la Revolución y el Imperio permitió una temprana aparición de libros de enseñanza secundaria de química, aunque el aumento de la producción de estas obras sólo se produjo después de los años treinta y cuarenta. En cualquier caso, durante el primer tercio del siglo XIX los manuales de química franceses fueron principalmente dirigidos a estudiantes de medicina y de farmacia que eran uno de los principales públicos de los cursos de química públicos y privados (GARCÍA BELMAR, 1999). De modo semejante, tras las reformas de las primeras décadas del siglo XIX en Inglaterra, los estudiantes de medicina y de farmacia debían superar pruebas que incluían temas relacionados con la química, lo que propició la aparición de manuales (BENSAUDE-VINCENT, 1999).

El hecho de que los estudiantes de medicina y de farmacia fueran un importante público destinatario de las obras de química durante los primeros treinta años del siglo XIX pone en cuestión algunas imágenes acerca de la relación entre la química y la medicina durante este período. De acuerdo con estas imágenes, la «revolución química» supuso la independencia definitiva de esta disciplina respecto a la medicina y la farmacia, con la aparición de explicaciones y objetos de estudio propios. Estas interpretaciones han sido, a menudo, apoyadas por la constatación de que, un personaje central en estos acontecimientos, Antoine Lavoisier, tuvo una formación científica al margen de las facultades de medicina o colegios de farmacia. En las últimas décadas, sin embargo, los historiadores han mostrado que diversas cuestiones relacionadas con la medicina, tales como la búsqueda de principios activos de los medicamentos vegetales y animales o la estimación de la salubridad del aire, fueron objetivos importantes de muchas investigaciones químicas del siglo XVIII.[5] El análisis de los libros de texto

Traité élémentaire de chimie de J. Thenard (París, Crochard, 1813-1816), la versión de José Luis Casaseca de la obra del farmacéutico francés E. Desmaret (1826) *Chimie. Traité abregé de cette science, et de ses applications aux arts,* Paris, Malher, 1826, 414 p. y el libro de Claudio del Frano Palacio, *Tratado de química aplicado a las artes y a las funciones peculiares del artillero*. Madrid, A. G. Fuentenebro, 1844, 3 vols. Una descripción completa de estas y otras obras se encuentran en nuestro trabajo publicado en Bensaude-Vincent (1999).

[4] Una de las pocas obras de este tipo que publicó fue una versión de la obra citada de Marcet. Apareció en París con el título *La química demostrada en 26 lecciones, traducida de la novena edición inglesa, de orden de Don J.L., por un Americano, discípulo de M. Thenar*. Paris, s.i. 1825. Sobre la difusión de esta obra en otros países, v. Knight (1986) y Lindee (1991). Otra obra semejante publicada en esos años fue la traducción de la obra L.A. Martin, *Cartas a Sofía, en prosa y en verso, sobre la física, química e historia natural, traducidas del francés por Eugenio Tapia*. Madrid, s.i. 1819. 4 vols. Sobre esta última, v. el estudio de N. Pigeard en Bensaude-Vincent (1999).

[5] Una buena discusión de estas cuestiones, con orientación bibliográfica, se puede encontrar en el artículo de revisión de Holmes (1995).

aporta nuevas pruebas en esta dirección, dado que pone de manifiesto que, hasta mediados del siglo XIX, el público destinatario más importante de estas obras fueron los estudiantes de medicina y farmacia, debido no sólo a los cursos que recibían generalmente en los primeros años de la universidad. También constituían una parte importante de los estudiantes que asistían a los cursos de ciencias impartidos en los centros de educación secundaria (GARCÍA BELMAR, 1999).

3. Autores y editores de los libros de texto

Al igual que ocurre con los libros de texto alemanes de física estudiados por W. Clark (1997), la mayor parte de los autores de los manuales de química no aparecen en los tratados de historia de la química ni en los diccionarios biográficos de científicos. Esto explica que la imagen predominante sobre ellos sea la de personajes oscuros, con pocas publicaciones científicas y, generalmente, relacionados con instituciones de enseñanza, más que de investigación. Al margen de casos particulares, esta imagen concuerda más con los autores de la segunda mitad del siglo XIX que con la de los años anteriores. Si se repasa la nómina de autores de libros de texto de principios del siglo XIX se pueden encontrar muchos nombres poco concidos pero también otros como Fourcroy, Lavoisier, Chaptal, Thenard y otros importantes químicos de principio de ese período. Junto a ellos, se encuentran en Francia algunos autores relacionados con la enseñanza secundaria u otras instituciones como la Ecole Polytechnique o la Ecole de Pharmacie, entre los que destaca Bouillon-Lagrange, autor de una de las obras más reeditadas en esos años. En España, por el contrario, la mayor parte de las obras corresponden a traducciones de autores franceses famosos y, en general, los pocos autores españoles que redactaron un libro de texto ocupaban puestos importantes dentro de la enseñanza de la química en España, como es el caso de Pedro Gutiérrez Bueno.

Esta situación cambió durante el primer tercio del siglo XIX con la aparición de un notable grupo de médicos que redactaron manuales de química, entre los que destacó el menorquín Mateu Orfila (1787-1853), cuya obra fue la más reeditada en esos años. Como Orfila, buena parte de los autores de libros de texto de química del primer tercio del siglo XIX en Francia fueron profesores en las *Facultés de Médecine* o las *Ecoles de Pharmacie*. Muchos de ellos participaban en las reuniones de la *Société de Chimie médicale* y sus obras aparecieron generalmente publicadas por lo libreros-editores asociados a la Facultad de Medicina de París, como Nicolas Crochard. La obra de Orfila fue traducida a diversos idiomas europeos, entre ellos el castellano, y tuvo gran difusión en España, tanto por las reediciones que tuvo como por su papel como modelo en otras obras que se publicaron (BERTOMEU, 1999a).

La presencia de un elevado número de traducciones es una de las principales características que diferencian los libros de texto españoles de los franceses. La mayor parte de las traducciones fueron realizadas a partir de obras francesas, salvo excepciones como el *Corso analittico di chimica* de Giussepe Mojon (1772-1837) traducido por Francesc Carbonell i Bravo (Barcelona, 1818). Tanto en esta labor de edición como en la de redacción de los pocos libros editados por autores españoles colaboraron un buen número de médicos, cirujanos y farmacéuticos como Higinio Antonio Lorente, Francesc Carbonell i Bravo, Miguel Piñol i Pedret, etc. Ahora bien, si en Francia fueron médicos los autores del mayor número de obras, en España la publicación y traducción de muchos libros que aparecieron en los años treinta y

cuarenta, destinadas a estudiantes de enseñanza secundaria, corrió a cargo de autores formados en los Colegios de Farmacia, tales como Rafael Saéz Palacios (1808-1883) y Carlos Ferrari y Scardini (1820-1890) (traductores de Kaeppelin (1843) y Berzelius (1845-1852)), Juan López-Chavarri (1813-1876), Manuel Rioz y Pedraja (1815-1887), Vicente Santiago Masarnau (m. 1879), Antonio Casares (1812-1888) y Ramón Torres Muñoz y Luna (1822-1890). Algunos de ellos completaron sus estudios en las Facultades de Ciencias y ocuparon cátedras de enseñanza de la química, lo que dio lugar a la aparición de nuevas obras. Su labor fue, por lo tanto, decisiva para la aparición de los libros de texto de química destinados a la enseñanza secundaria, lo que, como ya ha sido comentado, contribuyó al gran aumento del número de publicaciones que se produjo a mediados del siglo.

La importancia del contexto médico-farmacéutico en este proceso queda corroborada por la labor de editores como la librería Calleja de Madrid que editó en los años cuarenta del siglo una «Enciclopedia de Medicina, Cirugía y Farmacia», dentro de la cual se incluía la traducción de obras de química de Jean Lassaigne (1800-1859) y el tratado de física de César Desprez (1789-1863) junto con importantes obras dedicadas a la terapéutica, patología, obstetricia, etc.

4. Los contenidos de los libros de texto

Los libros de texto han sido generalmente considerados como vehículos pasivos de transmisión de conocimientos desde el mundo académico hasta el mundo escolar. El estudio anterior muestra que la situación es mucho más compleja. Resulta evidente que aspectos como los intereses de los diferentes destinatarios o la formación científica de sus autores tuvieron un papel importante en la forma y contenidos de estas obras, dando lugar a una gran diversidad de planteamientos. En sentido contrario actuó la consolidación de la química como disciplina independiente, con sus propias teorías, clasificaciones y métodos de trabajo, aunque no todas ellas eran aceptadas por la comunidad científica de esos años. Situados entre estas dos tendencias opuestas, los libros de texto constituyen una fuente de gran interés tanto para comprender el grado de consenso alcanzado dentro de una disciplina como para analizar los procesos de apropiación selectiva de esos conocimientos realizados por grupos sociales o profesionales interesados en ella.

Existen bastantes trabajos dedicados al análisis de la presencia en los libros de texto de saberes particulares (CUTLER, 1962, cap. III), por ejemplo, la teoría atómica del siglo XIX (PELLÓN, 1995; BENSAUDE-VINCENT, 1999). Más recientemente, los historiadores se han interesado en analizar otras cuestiones como la imagen y los usos del experimento que en ellos aparecen (BENSAUDE-VINCENT, 1999) o la información referente a la historia de la ciencia (HAUPT, 1987), dado que suelen ser las fuentes de información más importantes sobre estos temas para muchos científicos. Por semejantes razones, otros aspectos generalmente estudiados son la estructura adoptada en estas obras y los límites de los contenidos que se incluyen (GARCÍA BELMAR, 1999).

Tal y como ha sido comentado, desde el punto de vista del público, resulta posible distinguir en Francia dos grandes tipos de obras de química a principios del siglo XIX. Un grupo de autores, que dirigieron principalmente sus obras a la recién creada enseñanza secundaria, trataron de realizar una presentación conjunta de la química y de la física, por con-

siderar a aquella como una parte integrante de esta última. Otro grupo de obras, destinadas en su mayor parte a médicos y farmacéuticos, contenían menos apartados dedicados a cuestiones teóricas en beneficio de largos capítulos con descripciones exhaustivas de las propiedades físicas, químicas y médicas de las sustancias químicas de los tres reinos de la naturaleza. Con la práctica desaparición de los cursos de química en la enseñanza secundaria durante los años de la Restauración en Francia, las obras que pretendían presentar conjuntamente la física y la química dejaron de publicarse, dando lugar al predominio de textos cuyos contenidos eran principalmente descriptivos y dirigidos a las aplicaciones médicas de la química. En el caso de España, dado que no se existió una experiencia educativa semejante a las *Ecoles Centrales* de la Francia revolucionaria, la mayor parte de las obras pertenecieron a este segundo grupo, salvo algunas traducciones como los *Elementos o principios físico-químicos* de Brisson.[6]

Dentro de cada una de estas perspectivas mencionadas, los autores de los libros de texto estructuraron sus obras de muy diversos modos. No obstante, determinadas obras, generalmente grandes tratados o determinados libros de texto, desempeñaron el papel de modelos para la mayor parte de las restantes obras. En España y Francia, este papel fue desempeñado, a principios de siglo, por las obras de Fourcroy, y, más adelante, por el *Traité* de Thenard y los *Eléments de chimie* de Orfila (GARCÍA BELMAR, 1999; BERTOMEU, 1999c). Otras obras que desempeñaron un semejante papel fueron el *System of Chemistry* de Thomas Thomson (CUTLER, 1962) o el *Lärbok i kemien* de Jacob Berzelius (HAUPT, 1987). En muchos casos, los autores de los libros de texto adoptaron clasificaciones procedentes de varias de estas obras o realizaron modificaciones a las mismas para adaptarlas a los intereses de sus públicos.

Debido a todo ello, la estructura y los contenidos de los libros de texto de química de la primera mitad del siglo XIX presentan huellas del predominio del contexto en el que se escribieron, editaron y leyeron. El debate respecto a los límites de las aplicaciones médicas de la química produjo, entre otras cuestiones, la eliminación de aspectos relacionados con la química fisiológica en estas obras (BERTOMEU, 1999a). También propició la inclusión de capítulos dedicados a ciertas sustancias poco conocidas para los químicos pero que presentaban interesantes propiedades médicas como fueron los alcaloides, lo que supuso notables cambios en las clasificaciones de las sustancias vegetales así como un replanteamiento de conceptos como la alcalinidad (LESCH, 1981). Sin embargo, dado el público al que se dirigían, los libros de texto de química de esos años no podían dejar de hacer referencia a estas nuevas sustancias, a pesar de tratarse de nuevos conocimientos todavía en discusión.

Este ejemplo pone en evidencia que, al menos en el período estudiado, los libros de texto no fueron un vehículo pasivo de transmisión de un supuesto consenso existente entre la comunidad científica. Por el contrario, sus contenidos son el resultado de la interacción de múltiples factores que condicionan la transformación del saber académico en saber escolar. Este proceso no es unidireccional dado que algunos aspectos importantes de los saberes científicos, por ejemplo, las clasificaciones, surgen en el marco de la enseñanza. Las princi-

[6] Se trata, en realidad, de la continuación de su libro de texto de física que Mathurin Jacques Brisson (1723-1806) tituló *Elémens ou principes physico-chymiques, destinés à servir de suite aux principes de physique, à l'usage des écoles centrales, par...*, Paris, Bossange, Masson et Besson, XIV + 412 p. La traducción fue realizada por Julián Antonio Rodríguez (Madrid, 1804).

pales ordenaciones adoptadas por los libros de química de la primera mitad del siglo XIX fueron el resultado de un debate acerca de las clasificaciones artificiales y naturales que se desarrolló principalmente entre los autores de manuales de enseñanza (BERTOMEU, 1999b).

Conclusiones

A través de la discusión de algunas obras recientemente publicadas sobre el tema, hemos tratado de mostrar que los libros de texto pueden ser analizados desde múltiples perspectivas. En muchos de estos estudios, estas obras siguen siendo empleadas como una buena fuente para acercarse a los saberes enseñado en las aulas. No conviene olvidar, sin embargo, que esta aproximación debe complementarse con otras fuentes como, por ejemplo, los cuadernos de clase de los alumnos o los programas del curso, tal y como ha realizado K. Olesko (1991) en su estudio del seminario de Königsberg.

Desde la perspectiva que hemos presentado, por el contrario, los libros de texto se convierten en objeto de estudio en sí mismo. El objetivo principal es, en este caso, el estudio del proceso de constitución de un género de literatura científica que ha llegado a desempeñar un papel central en la ciencia contemporánea. Este proceso, como hemos tratado de mostrar, estuvo condicionado por un conjunto amplio de factores que incluyen los intereses de públicos, editores y autores de estas obras así como la situación de los saberes y las prácticas relacionadas con la química en cada momento.

Al principio del siglo XIX todavía resultaba complicado diferenciar los libros de texto del resto de las publicaciones químicas. Debido a un buen número de transformaciones en el mercado editorial y en el sistema educativo, aparecieron toda una serie de características particulares de estas obras: un público cautivo, autores con formaciones, intereses y ocupaciones semejantes, ciertas casas editoriales especializadas en su producción y unos contenidos y estructuras que se hicieron generales en la mayor parte de los textos. Hemos tratado de mostrar que, en estos cambios, jugaron un papel destacado las reformas de los estudios de medicina y de farmacia y la consolidación de la enseñanza secundaria.

Los estudios que hemos comentado en este trabajo muestran el interés que este tema ha despertado entre los historiadores de la ciencia en los últimos años. En estos momentos se dispone de un número creciente de estudios dedicados a países, autores o libros particulares que permiten abordar las nuevas investigaciones desde una perspectiva comparada, lo que, sin duda, renovará muchas de las imágenes deformadas que todavía permanecen sobre el papel y las características de los libros de texto.

Bibliografía citada

BENSAUDE-VINCENT, B (1990), «A View of the Chemical Revolution Throgh Contemporary Textbooks: Lavoisier, Fourcroy and Chaptal», *Brit. Journal Hist. Sci.*, *23* (4), 435-460.

BENSAUDE-VINCENT, B,; A. LUNDGREN (eds.) (1999), *Comunicating Chemistry: Textbooks and their Audiences, 1789-1939* (en publicación).

BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R.; GARCÍA BELMAR, A. (1999a), «Mateu Orfila's *Eléments*

de chimie médicale and the debate about chemistry applied to medicine in early XIXth century France», *Ambix* (en publicación).
BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R.; GARCÍA BELMAR, A. (1999b), «Mateu Orfila (1787-1853) y las clasificaciones químicas», *Cronos* (en publicación).
BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R.; GARCÍA BELMAR, A. (1999c) «Los libros de texto de química destinados a la enseñanza de la medicina y la farmacia en España», *Dynamis* (en publicación).
CHOPPIN, A (1980), «L'Histoire des manuels scolaires: une approche globale», *Histoire de l'éducation*, *9*, 1-25.
CHOPPIN, A (1992), *Les manuels scolaires: histoire et actualité,* Paris, Hachette.
CLARK, W. (1997), «German Textbooks in the «Goethezeit». Parts I-II», *History of Science*, *35* (2-3), 219-239; 295-363.
CUTLER, M. E. (1962), *American patterns in general chemistry texts, 1800-1850*, New York, Columbia University, Ph. D.
ESCOLANO BENITO, A. (1997), *Historia Ilustrada del libro escolar en España. Del antiguo Régimen a la Segunda República*, Madrid, Fundación Germán Sánchez Rupérez.
GARCÍA BELMAR, A.; BERTOMEU, J. R. (1999), «French Chemistry Textbooks (1802-1852)». En: BENSAUDE-VINCENT, B,; A. LUNDGREN (eds.), *Comunicating Chemistry: Textbooks and their Audiences, 1789-1939* (en publicación).
HAUPT, B. (1987), *Deutschsprachige Chemielehrbucher (1775-1850),* Stuttgart, Deutscher Apotheker.
HOLMES, F. L. (1995), «The chemical revolution and the art of healing», *Caduceus*, *11* (2), 103-126.
KNIGHT, D. (1986), «Accomplishment or dogma: Chemistry in the introductory works of Jane Marcet and Samuel Parkes», *Ambix*, *33*, 94-98.
LESCH, E. (1981), «Conceptual Change in an Empirical Science: The Discovery of first Alkaloids», *Historical Studies in the Physical Sciences*, *11* (2), 305-328.
LINDEE, M. S. (1991), «The American career of Jane Marcet's Conversations on chemistry, 1806-1853», *Isis*, *82*, 9-23.
PELLON, I. (1995), «La teoría atómica química según algunos libros de texto catalanes del siglo XIX». En: C. PUIG-PLA *et al.* (coords.), *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica,* Barcelona, pp. 419-425.
OLESKO, K.M. (1991), *Physics as a calling: Discipline and practice in the Königsberg seminar for physics*, Ithaca, Cornell University Press.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 295-300

HISTÒRIA DE LA BIOTECNOLOGIA PRECIENTÍFICA

Albert Bordons de Porrata-Doria
Departament de Bioquímica i Biotecnologia. Unitat d'Enologia del Centre de Referència de Tecnologia d'Aliments. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona

Paraules clau: *Biotecnologia, fermentacions, vi, cervesa, Egipte, Pròxim Orient.*

History of prescientific biotechnology

Summary: *Having in mind that in a broad sense, «biotechnology» means any technology using biological systems, this field is not so new. Biotechnology includes of course new techniques of genetic manipulation, but also includes old ones, such as some food fermentations. The scientific knowledge related with biotechnology was developed with the early microbiologists, such as Pasteur, and biochemists at the end of 19th century, but some thousand years before, biotechnological products were already produced. These were mainly fermented food products, such as beer, wine and dairy products, all of them produced in Middle East and Egypt since more than 5000 years. This work reviews historically from the origins the main characteristics of these old biotechnological products.*

Key words: *Biotechnology, fermentations, wine, beer, Egypt, middle East.*

1. Concepte de biotecnologia

Sembla un contrasentit parlar de biotecnologia precientífica quan el terme «biotecnologia» evoca sovint unes tècniques molt modernes amb què es modifiquen genèticament els organismes, i fa que aquests produeixen compostos de valor afegit en sistemes tecnològicament avançats. Tanmateix, aquesta evocació és limitada, ja que la majoria de textos científics sobre el tema, defineixen aquest terme en un sentit més ampli, d'utilització de sistemes biològics dins el context de producció industrial, on els microorganismes o els enzims actuen com a biocatalitzadors, és a dir, com a agents actius del procés. Es pot diferenciar una biotecnologia tradicional i una «nova biotecnologia». La primera inclou la gran majoria de processos com la producció d'aliments fermentats, etanol, antibiòtics, àcids orgànics, aminoàcids i altres. La nova biotecnologia inclou sobretot els processos on els agents biològics implicats han estat manipulats genèticament.

Com en altres disciplines, dins la biotecnologia també es pot considerar una etapa precientífica, on algunes d'aquestes tecnologies eren rudimentàriament emprades, sense tenir el coneixement científic de què estava passant dins el procés, cosa que no va arribar a l'àmbit microbiològic i bioquímic fins a mitjan segle passat amb Pasteur i després amb Buchner, i en

profunditat en l'àmbit molecular fins fa pocs anys. A la Taula 1 es relaciona cronològicament l'aparició dels principals productes d'aquest camp, així com els descobriments científics més importants relacionats amb aquesta àrea.

2. Els primers biotecnòlegs?

Probablement els primers productes biotecnològics foren alguns sucs alcohòlics, ja que a quasi tots els pobles primitius es coneixen begudes alcohòliques obtingudes en deixar fermentar diversos fruits. La primera expansió dels nostres avantpassats per tota la Terra fa entre 60.000 i 40.000 anys, fou paral·lela a l'adquisició d'una certa tecnologia del treball de la pedra i del foc. Essent pobles recol·lectors i caçadors, però encara no agricultors, podria ser que cap a fa 30.000 anys ja es coneguessin a diversos llocs del món alguns sucs alcohòlics fermentats.

3. L'agricultura i els primers productes biotecnològics

El naixement de l'agricultura a diversos llocs, però sobretot al Pròxim Orient, fa uns 10.000 anys, suposà una veritable revolució ja que comportà al cap de poc temps el sedentarisme, els primers excedents, un fort augment demogràfic, i les primeres civilitzacions. Amb el desenvolupament de l'agricultura apareixeren els primers productes relacionats amb la biotecnologia clàssica: pa, cervesa i vi.

Taula 1. Biotecnologia precientífica: cronologia dels principals productes i els primers descobriments científics relacionats. (aC: abans de Crist)

PRODUCTE BIOTECNOLÒGIC	ANY	DESCOBRIMENTS CIENTÍFICS
begudes alcohòliques, fermentació sucs fruites	30000 aC	
cervesa i pa a Mesopotàmia i Egipte	6000 aC	
conreu de vinya al sud del Càucas	6000 aC	
formatges a Orient Mitjà	3000 aC	
vins i cerveses amb certa tecnologia a Egipte	3000 aC	
vinagre a partir de sucs fermentats	3000 aC	
pa fermentat amb tecnologia a Egipte	2600 aC	
cervesa al Segrià	1100 aC	
formatges blaus	79	
Roquefort	1070	
cervesa amb llúpol: Sta Hildegarda	1133	
vinagre industrial a Orleans	1300	
conreu xampinyons a França	1650	
	1680	Leeuwenhoek
primeres cerveseries industrials	1700	
	1857	Pasteur
	1858	Traube: enzims

4. El pa i la cervesa

Cap al 8000 aC els primers agricultors conreaven cereals, com el blat i n'obtenien farina, i amb aquesta feien una galeta, és a dir, un pa no fermentat o pa àzim. És probable que cap al 6000 aC es començés a elaborar pa fermentat, artesanalment i de forma involuntària. Si el blat triturat es barreja amb una mica d'aigua, i s'escalfa una mica, és probable que la massa creixi, que «llevi», per la presència de llevats. El pa fermentat resultant és més lleuger, esponjós i de més bon gust que la galeta àzima. La seva elaboració augmentà en quantitat i control al llarg de temps, de tal manera que a Egipte cap al 2600 aC ja es produïa en gran quantitat, amb una tecnologia semblant a l'actual. Probablement, el desenvolupament del pa fermentat va anar seguit del de la cervesa, ja que si les llavors del cereal guardat amb humitat germinen, aleshores els enzims de la part externa de les llavors hidrolitzen el midó i donen sucres, molt més fàcils de fermentar pels llevats. En aquest cas, en triturar el gra per fer farina, s'obté a més a més un suquet amb un cert contingut d'alcohol: la cervesa.

La primera evidència històrica de l'elaboració de cervesa és un tros de gerra de Mesopotàmia del 6000 aC, on es veu una escena d'uns treballadors remenant un recipient, fent cervesa. D'altra banda, la cervesa és esmentada pels Sumeris a la taula d'argila «Monument Blau», i diversos documents a l'Egipte dels faraons, com un relleu d'una paret d'una tomba egípcia de la V dinastia (2400 aC) on es contemplen escenes d'elaboració de pa i de cervesa.

La tecnologia necessària per fer cervesa és més complexa que la de fer vi, ja que els cereals no fermenten sols, i han de ser triturats. Per això, l'elaboració de la cervesa es feia ja en grans volums i de forma quasi industrial, com a Babilònia cap al 2000 aC, on hi havia malteries i cerveseries. Les cerveses de Babilònia tenien un lleuger gust àcid degut a una fermentació làctica paral·lela. N'hi havia fins a 20 tipus i es bevien amb palla, per evitar les molles de la farina.

A l'Egipte dels faraons les cerveses eren brunes, ja que torraven la malta. També hi posaven extractes de diverses plantes. El contingut d'alcohol arribava fins als 12-15 graus, que s'aconseguia afegint sucre durant la fermentació, senyal que tenien un bon coneixement del procés fermentatiu. Aquestes cerveses eren riques en vitamines, minerals i proteïnes residuals dels llevats, amb la qual cosa eren un bon element nutritiu, i devia ser un dels pocs aliments dels esclaus.

5. Cerveses de moltes cultures del món

El conreu primitiu de diversos cereals a diferents llocs donà lloc a diverses begudes alcohòliques que podríem anomenar cerveses, de les quals algunes encara persisteixen. Per exemple, a la Xina s'elabora des del 3000 aC el *kiu*, obtingut per fermentació d'arròs, mill i ordi. A la Índia, els aris elaboraven des del 2000 aC la *sura*, feta a partir de blat. La cervesa dels antics egipcis és la precursora de la *bouza* que beuen alguns àrabs, feta també de blat. Al sud d'Àfrica, els bantus ja elaboraven fa 200 anys una espècie de cervesa feta de melca, anomenada *kaffir*. D'altra banda, els pobles americans prehispànics ja elaboraven diversos tipus de cerveses a partir del moresc. Els asteques feien el *sendecho* i els inques la *chicha*, que encara avui elaboren els pobles andins, premastegant el moresc, amb la qual cosa l'amilasa de la saliva digereix el midó i afavoreix la fermentació.

La cervesa més antiga elaborada a Europa probablement fou a terres de Lleida uns 1100 aC. En efecte, en el poblat de Genon, de finals de l'edat de bronze, prop d'Aitona (Segrià), uns arqueòlegs de la Universitat de Barcelona han trobat recentment unes urnes amb restes de llavors de blat i ordi gelatinitzats, cosa que probablement correspon al maltejat, i per tant es tractaria de restes de cervesa. Els grecs i romans també elaboraven cervesa, però aquesta era consumida quasi exclusivament per les classes humils, ja que els nobles i aristòcrates preferien el vi. En quant als pobles celtes i germànics, hi ha evidències que feien i bevien cervesa en quantitat, i es tractava de cerveses força àcides, fortes, i amb mel. Autors romans van descriure cap al 400 aC que els britànics n'elaboraven i consumien.

6. Aspecte sanitari del consum de cervesa o vi

Les cerveses i els vins eren per a molts pobles la forma sanitària de beure aigua, ja que aquesta sovint estava contaminada, i en canvi els tractaments tèrmics i l'alcohol produït i les herbes i espècies afegides, fan que les begudes alcohòliques siguin quasi estèrils. Fins al segle XIX, sens dubte el consum de cervesa i vi va estalviar milers de víctimes de les pestil·lents aigües contaminades de moltes ciutats.

De les herbes o altres productes vegetals afegits a les begudes alcohòliques, el llúpol de la cervesa és el més conegut. Avui dia no entenem una cervesa sense el típic gust amargant del llúpol, però no sempre ha estat així, ja que aquest fou introduït a la cervesa per primer cop l'any 1133 per santa Hildegarda, abadessa benedictina del monestir de Rupertsburg, prop de Bingen al Rin. El llúpol contribuïa a conservar la cervesa degut a un bactericida que conté, la humulona. Actualment, de fet no caldria afegir-hi llúpol des d'aquest punt de vista, però la cervesa no tindria el seu bon gust amarg.

7. El vi

El vi és obtingut directament de la fermentació dels raïms, i, per tant, teòricament és més senzill d'elaborar que la cervesa, però potser per aquesta mateixa raó, ha estat tradicionalment més artesanal. Tanmateix, el seu origen és potser més antic que la cervesa. Se suposa que la vinya fou conreada per primer cop al Càucas cap al 6000 aC, i ho era en certa quantitat a Mesopotàmia, Assíria i Egipte al 3000 aC. D'aquesta època són els coneguts frescos de les tombes egípcies de Tebes on es poden veure treballadors veremant i elaborant el vi en un trull. En anys de collita de raïms molt abundant, potser aquests eren guardats en gerres o àmfores, i pel seu propi pes, es xafaren i fermentaren, i al cap d'un temps veieren que el suquet del fons era bo i alegrava l'esperit.

Amb els grecs i els romans, la viticultura i l'obtenció de vi es desenvolupà amb gran empenta, essent-ne, sobretot per a les classes privilegiades, la beguda primordial. Atès que el vi es picava fàcilment i que no hi havia encara les tecnologies de conservació, era habitual afegir-hi, com a la cervesa, diverses herbes, espècies o bé mel. Els grecs també observaren que fregant per dins les àmfores amb resina de coníferes, el vi que s'hi guardava podia aguantar força més temps, costum que ha perdurat fins als vins grecs actuals.

7. Els productes làctics

A part de les begudes alcohòliques, els altres aliments fermentats són molt diversos, però en són majoria els derivats de les llets. Són els anomenats productes làctics, que experimenten una fermentació làctica, amb producció de l'àcid del mateix nom i pels bacteris homònims. Tanmateix, aquests aliments fermentats també poden ser molts altres productes, com carns, peixos i vegetals.

Aquest tipus de fermentacions ha estat des de la prehistòria una de les maneres més eficients de conservar els aliments, juntament amb els assecats, els fumats i els salats. El creixement dels bacteris làctics, amb la conseqüent producció d'àcid làctic i altres productes, inhibeix el creixement d'altres microorganismes patògens. D'altra banda, la fermentació dóna als aliments gustos, olors i textures bons i interessants.

8. Formatges i llets fermentades

Probablement els primers formatges aparegueren cap al tercer mil·leni aC, a molt diversos llocs d'Àsia, Àfrica i Europa, inclòs el Pròxim Orient, pel costum de guardar llet en pells fetes amb estòmacs d'animals, amb la qual cosa en més d'una ocasió el quall de l'estòmac quallà la llet, separant-se un precipitat que tenia un gust diferent i es conservava millor. Els formatges en general es desenvoluparen força cap els segles XII-XIII, i quasi sempre als monestirs. Quant a les llets fermentades, igual que els formatges, degueren ser consumits per pobles ramaders des de fa alguns mil·lenis, facilitant el consum de la llet en poder guardar-la més temps. Les més conegudes actualment com el iogurt i altres, s'originaren sobretot als Balcans, el Caucas i la península d'Anatòlia.

9. Carns, peixos i vegetals fermentats

Les carns fermentades més conegudes són alguns dels embutits més preuats, com les sobrassades. Del peix fermentat, cal esmentar històricament el *garum* dels romans, descrit per Plini, que era producte de l'autòlisi i de la fermentació de la sang i vísceres de diversos peixos. D'altra banda, els pobles escandinaus consumeixen des del segle XVII el *gaffelbitar* i altres productes semblants, que són arengades amb sal, sucre i espècies, deixades fermentar durant un any. A la Indoxina també hi ha una rica tradició de salses de peix fermentat, com el *nuoc-mam* del Vietnam o el *nam pla* tailandès.

D'altra banda, cal assenyalar la gran varietat de productes fermentats d'origen vegetal dels països orientals com el Japó o la Xina. En part, un motiu important que avui en dia els japonesos siguin líders en fermentacions industrials com els aminoàcids o els enzims, és la gran experiència que durant segles han adquirit en l'elaboració d'aquests aliments fermentats. Cal destacar-ne la salsa de soia (*shoyu* al Japó o *chiang-yu* a la Xina), que s'originà a la Xina fa força segles. La seva obtenció és força complexa, i hi intervenen diversos microorganismes, des de floridures a bacteris làctics i llevats. Altres productes de soia són el *miso*, fet a partir de soia i arròs i amb aspecte de mantega, el *sufu*, amb consistència de formatge, o el *tempeh* indonesi.

Bibliografia

CRUEGER, W.; CRUEGER, A. (1993), *Biotecnología: manual de microbiología industrial*, Zaragoza, Acribia

DALGLIESH, C. (1981), «La bioquímica de la cerveza», *Mundo Científico, 1 (5),* 476-486.

DE ROISSART, H.; LUQUET, F. M. (1994), *Bactéries Lactiques*, Uriage (França), Lorica, 2 vols.

DEMAIN, A. L.; SOLOMON, N. A. (1981), «Microbiología Industrial», *Investigación y Ciencia, 62*, 10-20.

JOHNSON, H. (1990), *Une histoire mondiale du vin de l'antiquité à nos jours*, Paris, Hachette.

REHM, H. J.; PRÄVE, P. (1987), «Biotechnology – History, Processes and Products». A: PRÄVE, P.; FAUST, U.; SITTIG, W.; SUKATSCH, D.A.: *Basic Biotechnology,* Weinheim, Verlag, cap. 1.

ROSE, A. H. (1981), «Producción microbiológica de alimentos y bebidas», *Investigación y Ciencia, 62*, 66-76.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 301-308

OPOSICIONES A LAS CÁTEDRAS DE MATEMÁTICAS VACANTES EN VARIOS INSTITUTOS DE SEGUNDA ENSEÑANZA A FINALES DEL SIGLO XIX[1]

María Cinta Caballer Vives
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

Palabras clave: *Oposiciones, matemáticas.*

Public examinations for the vacancies of Mathematics teachers in several secondary schools at the end of the 19th century

Summary: *Basing myself on the information found in the Archivo General de la Administración (General Administration Archive), the development of the public examinations wich were held between 9th March 1892 and 17th March 1894, to supply five Mathematics teachers for the vacancies in four state secondary schools, is described, through an analysis of the results.*

Key words: *Public examinations, Mathematics.*

Revisadas las actas que reflejan el desarrollo de las oposiciones, celebradas entre 1892 y 1894, para proveer varias cátedras de Matemáticas vacantes en los Institutos de Segunda Enseñanza de Barcelona, Guadalajara, Orense y Tapia de Casariego, ha sido posible conocer quiénes componen el tribunal, quiénes son los opositores, cuáles de éstos han ganado las plazas..., y sobre todo, se ha obtenido información acerca de los contenidos de los programas de *Aritmética, Álgebra, Geometría* y *Trigonometría*, así como de algunos textos utilizados por los concursantes. En este trabajo se analizarán los datos proporcionados relacionados con una de las cuatro disciplinas citadas: *Álgebra.*

[1] Archivo General de la Administración. Sección de Educación y Ciencia. A partir de ahora A.G.A, Sec. E y C. Legajo 5491. «*Tribunal de oposiciones a las Cátedras de Matemáticas vacantes en los Institutos de 2ª enseñanza de Barcelona, Guadalajara, Orense y Casariego de Tapia*». En el título del expediente consta Casariego de Tapia.

1. Desarrollo de la oposición

El proceso, puede decirse que comienza el día 9 de marzo de 1892, fecha de la constitución del tribunal, y concluye dos años después, concretamente el 17 de marzo de 1894, al hacerse públicos los resultados obtenidos por los opositores, resultados que han de conducir a la provisión de las plazas.

Compuesto el tribunal, por Mariano Carderera[2], como Presidente, y por los vocales José Ceruelo y Obispo, Alberto de Segovia y Corrates, José Asensio Rodríguez, Rafael Álvarez Sereix y Eugenio Guallart Elías, que actuará como secretario, se procede al sorteo de trincas quedando los 43 opositores distribuidos de la forma siguiente:

1. Atilano Alejandro Vizcaya, Juan Simón y Mayorga y Zóilo Ladislao y Cabetas; 2. Enrique Díaz Pardo, Ignacio Suárez y Somonte y Saturnino Azorí y Pardo; 3. Antonio Márquez y Calvete, Antonio Llardent y Esmet y Juan Domínguez Berrueta; 4. Joaquín Espluga y Sancho, Manuel García Noguerol y Enrique Fernández Echevarría; 5. Fermín Jimeno y Oliver, Joaquín Izquierdo y Sánchez y Severo Simavilla y Sagastibelza; 6. José de Bustos y Miguel, Luis Vives y Casademont y Segundo Enciso y Arroz; 7. Francisco Correa y Ramírez, Silverio Méndez y Rodriguez y Mariano Cuesta y Bragado; 8. Juan José Camacho y Sanjurjo, José Ajuria e Iñurritegui y Rosario Bornás y Biurrun; 9. Vicente Pitaluga y García, Francisco Irigoyen y Ardanaz y Teodoro Sabrás y Causapé; 10. Eusebio Sánchez Ramos, Francisco Garzón y Sevillano y Manuel Burillo de Santiago; 11. Ezequiel Fernández y García, José Miró y Mateo y Vicente Miragalls y Fabra; 12. Bartolomé Pons y Merri, Antonio García y García y José Mª Bartrina y Capella; 13. Martín Pastells y Papell, Angel Berenguer y Ballester y Guillermo Hernández de la Magda; 14. Manuel Martín y Sánchez y José Rius y Casas; 15. Antonio Suárez Chiglione y Antonio Ibor y Guardia.

Tras el sorteo, el Presidente convoca a los opositores el día 15 de marzo, a las diez de la mañana, para realizar el primer ejercicio.

En el expediente sobre el que se trabaja faltan las actas de las sesiones en las que, presumiblemente, el tribunal se reúne para elaborar la colección de preguntas de *Aritmética*, *Álgebra, Geometría* y *Trigonometría* objeto de la primera prueba. Una vez consensuados los temas, éstos son depositados en una urna de la que cada opositor, convocado con 24 horas de antelación, extraerá diez para, a continuación, exponerlos durante el tiempo máximo de una hora y media.

Tampoco están las que describen el inicio del primer ejercicio, ya que la siguiente acta localizada corresponde a la sesión 19a. celebrada el 6 de abril; en ella y en las siguientes, hasta la número 25, de 6 de mayo, se describe la realización del primer ejercicio por parte de los siguientes opositores: Antonio Márquez y Calvente, Joaquín Izquierdo y Sánchez, Severo Simavilla y Sagastibelza, José Rius y Casas, Ezequiel Fernández y García, José de Bustos y Miguel, Francisco Garzón y Sevillano, Manuel Burillo de Santiago, Antonio García y García y Antonio Ibor y Guardia.

De las preguntas que debe contestar cada uno de los anteriores concursantes se enumeran, a continuación, las englobadas dentro del temario de *Álgebra*:

[2] En la sesión número 47 que tiene lugar el 8 de junio de 1892, se da cuenta de la enfermedad del presidente del tribunal, debido a lo cual se suspende la realización del segundo ejercicio. La siguiente sesión no tendrá lugar hasta el 8 de enero de 1894, día en que se reúne el tribunal con un nuevo presidente, Ignacio Bolívar, Consejero de Instrucción Pública, a causa del fallecimiento de Carderera.

1. Demostrar gráficamente la fórmula de la segunda potencia de la suma de dos cantidades: Generalidad de la demostración gráfica. 2. Cantidad imaginaria, origen y representación gráfica de la misma. 3. Proporción geométrica continua y sus principales propiedades. 4. Logaritmos: Números cuyos logaritmos tienen igual característica e igual mantisa. 5. Regla de descuento. 6. Definiciones relativas a las cantidades medias diferenciales. 7. Significación de la solución indeterminada en la discusión del sistema de ecuaciones de primer grado con tantas incógnitas como ecuaciones. 8. Demostrar que toda ecuación de segundo grado con una incógnita tiene dos raíces. 9. Coordinaciones y fórmula general de las mismas. 10. Forma binomia de cantidades imaginarias conjugadas. 11. Significación de la solución infinita en la discusión del sistema de ecuaciones de primer grado con tantas incógnitas como ecuaciones. 12. Logaritmos. Sustitución de las progresiones que determinan los Logaritmos por la ecuación exponencial $a^x = y$ e identidad de la definición numérica y algebraica de los mismos. 13. Método de los factores indeterminados para la resolución de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas. Legitimación y carácter esencial del mismo. 14. Logaritmos. Sistema neperiano, su origen, el porqué darles el nombre de hiperbólicos y valor de la base. 15. Términos semejantes. Consideraciones en que se funda su reducción. 16. Sistemas de ecuaciones. Sistema de ecuaciones determinado, indeterminado e imposible. 17. Simplificación y reducción de radicales a un índice común: Radicales semejantes. 18. Transformaciones de los complejos. 20. Simetría en un sistema de ecuaciones de primer grado con igual número de incógnitas. 21. Cantidades directamente proporcionales. 22. Demostrar que el sistema de m ecuaciones con m incógnitas es equivalente al sistema formado por una de sus ecuaciones y el grupo de (m-1) que resultan de eliminar una incógnita del sistema propuesto. 23. Progresiones por cociente: Definiciones, expresión del término general y relación entre el primer término, el último, el número de términos y la razón. 24. Progresiones por cociente Suma de los términos de una progresión geométrica. 25. Discusión de las raíces de la ecuación ax2+bx+c=0 y casos particulares. 26. Conceptos varios del Álgebra. 27. Logaritmos. Propiedades generales de los logaritmos, de productos, cocientes, potencias y raíces.

El día 9 de mayo, tiene lugar el inicio del segundo ejercicio. A las nueve de la mañana el Presidente indica la forma en que debe desarrollarse tal prueba: En primer lugar se han de constituir nuevas trincas puesto que en el transcurso del primer ejercicio hay opositores que han abandonado o no se han presentado; a continuación, se preparará una urna que contenga las lecciones del programa que presenta el opositor que vaya a ser examinado; éste, al azar, extraerá tres temas de la urna, de los cuales, elegirá uno; el siguiente paso es la preparación de la lección elegida para lo que se procede a la incomunicación del concursante durante 24 horas, facilitándole los textos que él estime que va a necesitar. Transcurrido este período de tiempo, el opositor defenderá el tema, tras lo cual, será objetado por sus contrincantes a quienes se habrá dado una copia del mismo antes de proceder a la incomunicación del opositor; a su vez él podrá contestarles, con lo que concluye la prueba.

Los datos que aportan las actas que contienen los pormenores de esta parte del concurso-oposición son muy significativos, pues, además de tener una relación de las lecciones que los opositores extraen de las urnas, el hecho de conocer la lista de libros que solicita cada aspirante a las cátedras para preparar la defensa del tema, puede dar una idea de la bibliografía que cada uno maneja, y también qué libros incluyen el desarrollo de los temas objeto del examen.

Del total de los 20 temas de álgebra recopilados, se muestran, a continuación, los elegidos por los opositores para ser defendidos en el desarrollo de este ejercicio. Se da tam-

bién la relación de libros solicitados por los diferentes concursantes. Muchos de estos textos coinciden con los recomendados para los alumnos, en la Enseñanza Secundaria, a finales del siglo XIX (Caballer, 1998).

1. *Suma diferencia y producto de matrices. Suma y diferencia de matrices del mismo orden. Matrices con línea binomia o polinomia. Producto de una matriz por uno o varios elementos. Anulación de suma de menores.* El concursante Atilano Alejandro Vizcaya y Conde elige este tema, nº 68 de su programa, y pide el *Álgebra Superior* de Serret, *Determinantes* de Dostor, *Determinantes* de Bacas y Escander y *Álgebra* de Laurent.

2. *Multiplicación, división, elevación a potencias y extracción de raíces de las cantidades imaginarias.* Éste es el tema elegido por Enrique Díaz Pardo, tema 90 de su programa, quien pide para prepararlo: *Álgebra* de Serret, Cortázar, Jiménez de Castro, Moya, Ceruelo, Cardín, Rubio y Díaz, Baltzer, Lacroix, Sánchez Vidal, Briot, y Cirodde. *Trigonometría* de Serret, *Problemas de Álgebra* por Terry y *Determinantes* de Dostor.

3. *Resolución de una ecuación de primer grado con una incógnita: Forma de esta ecuación. Comprobación y discusión de la misma. Observaciones acerca de las diferentes formas de valores que puede tomar la incógnita. Ejemplos. Resolución de una ecuación de primer grado cuando se presenta en forma de determinante. Ejemplos.* Antonio Llardent y Esmet elige este tema, 58 de su programa, no utilizando ningún texto.

4. *Resolución de una ecuación de primer grado con varias incógnitas. Sistema de ecuaciones. Sus diversas clases. Eliminación. Procedimiento para la resolución de un sistema de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas por los métodos de sustitución, igualación y reducción.* Para preparar la defensa del tema, 53 de su programa, Juan Domínguez Berrueta pide el *Álgebra elemental* de Briot, *Álgebra elemental* de Niewenglouski, *Álgebra elemental* de Ceruelo y *Álgebra elemental* de Galdeano.

5. *Forma general de una ecuación de segundo grado con una incógnita. Resolución de una ecuación incompleta de segundo grado. Resolución de la ecuación completa de segundo grado. Resolución de problemas que conducen a una ecuación de segundo grado con una incógnita.* Para preparar la defensa de esta lección, número 66 del programa de Enrique Fernández Echevarria, se le facilitó el *Álgebra* de Ceruelo.

6. *Progresiones por cociente o geométricas: su formación y algoritmo. Fórmulas que dan el valor de los términos. Idem de la razón. Interpolación y modo de efectuarla. Teoremas principales relativos a la interpolación. El producto de dos términos equidistantes de los extremos es igual al de éstos. Suma de los términos de una progresión por limitada: fórmulas. Los términos de una progresión geométrica creciente e indefinida pueden llegar a ser mayores que cualquier cantidad asignable, y los de una decreciente tienen por límite cero. Límites de las sumas de los términos de una progresión creciente y de otra decreciente indefinidas. Ejercicios.* José de Bustos y Miguel, para desarrollar el tema 84 de su programa, elige las siguientes obras: *Aritmética y Álgebra* de Ceruelo y Moreno, *Aritmética y Álgebra* de Lasala, *Aritmética y Álgebra* de Jiménez de Castro, *Aritmética y Álgebra* de Navarro, *Álgebra* de Briot y *Álgebra* de Salinas y Benítez[3], *Aritmética* de Cirodde y *Aritmética* de Pague.

[3] Obra elegida de texto por la Dirección General de Instrucción Militar el 28/2/1885. Véase Velamazán (1994) y Vea (1995).

7. *Resolución y discusión del problema llamado de los móviles.* Francisco Garzón y Sevillano para preparar el tema 72 de su programa, utiliza la *Aritmética* de Navarro, el *Álgebra* de Ceruelo, la de Cirodde, la de Sanjurjo y la de Lasala.

8. *Combinaciones. Definición. Nomenclatura y notación de las combinaciones. Números combinatorios. Combinaciones de órdenes consecutivos. Formación de combinaciones de cualquier número de cosas. Combinaciones en función de permutaciones. Formulario para calcular el número de combinaciones enésimas de m cosas. Combinaciones de órdenes complementarios. Transformación, descomposiciones y discusión de la fórmula general.* Antonio Suárez y Chiglione escoge este tema de Combinatoria, 53 de su programa, no pidiendo ningún libro para su preparación.

A lo largo del segundo ejercicio, algunos opositores se retiran. Unos justifican sufrir alguna enfermedad, otros, sencillamente no se presentan y los hay que renuncian por haber conseguido plaza en otro concurso oposición; éste es el caso de Luis Vives y Casademont, que gana la cátedra de Coruña y de Bartolomé Pons que consigue la de Lugo (Ministerio, 1907).

La tercera prueba del examen, corresponde a la defensa por parte de cada opositor de sus respectivos programas. Cada aspirante a la cátedra, expone las ventajas de su programa tras lo cual sus contrincantes le hacen las observaciones que estimen oportunas; asimismo, el ponente replica a las críticas formuladas por sus compañeros, con lo que concluye la tercera fase de las oposiciones.

Con 24 horas de antelación, se convoca a todos los opositores para la realización de la cuarta y última de las pruebas. Ésta consiste en la resolución por escrito de un número determinado de problemas consensuados de antemano por el tribunal. Se procede a la resolución de los problemas, a cuyo término se entregan para, con posteridad, ser leídos por cada concursante en sesión pública. En este concurso oposición, se proponen dos problemas, uno de geometría y otro de álgebra. En la Tabla (1), se analiza el tratamiento que cada concursante da a la resolución del problema de álgebra cuyo enunciado es el siguiente:

Un número de tres cifras es tal que la suma de ellas es quince; que las cifras están en proporción continua por diferencias y que el número invertido disminuido de 39 es igual al duplo del mismo número. ¿Cual es éste?

Éste es uno de los problemas típicos del *Álgebra,* cuyo planteamiento lleva a un sistema de tres ecuaciones y tres incógnitas. La resolución de este sistema conduce a la solución.

Tabla 1. *Análisis de los métodos empleados en la resolución del problema de álgebra*

	Resultado	*Método resolución*	*Observaciones*
Severo Simavilla	correcto	sustitución	no plantea un sistema de ecuaciones. Va escribiendo ecuaciones a medida que va resolviendo el problema.
José de Bustos	correcto	sustitución	plantea ecuaciones a medida que va resolviendo el problema

Atilano A. Vizcaya	correcto	sustitución	plantea ecuaciones a medida que va resolviendo el problema
Antonio Llardent	correcto	sustitución	plantea un sistema de ecuaciones
Juan Domínguez	correcto	no utiliza métodos algebraicos	realiza cálculos sin método
Antonio Márquez	-	plantea un sistema	no resuelve el sistema
Ignacio Suárez	-	no utiliza métodos algebraicos	complica el planteamiento
Enrique Fernández	correcto	plantea un sistema que resuelve mediante determinantes	utiliza la regla de Cramer
Francisco Correa	correcto	plantea un sistema que resuelve mediante determinantes	utiliza la regla de Cramer. Exposición muy clara
Juan José Camacho	correcto	plantea un sistema que resuelve por reducción y sustitución	habla de determinantes, pero, dice que no los va a utilizar debido a la sencillez del sistema. Exposición muy clara y sencilla
Silverio Mendez	correcto	plantea un sistema que resuelve por reducción y sustitución	exposición muy clara y sencilla
José de Ajuria	-	plantea un sistema que intenta resolver por sustitución	deja el problema incompleto
Vicente Pitaluga	correcto	plantea un sistema	lo resuelve por métodos de sustitución
Francisco Irigoyen	correcto	plantea un sistema que resuelve mediante determinantes	hace referencia al "teorema de Kramer" (así lo escribe Irigoyen) y a la regla de Sarrus. Planteamiento muy claro
Teodoro Sabrás	correcto	plantea un sistema que resuelve mediante determinantes	utiliza la regla de Cramer. Exposición muy clara
Francisco Garzón	correcto	sustitución	poca claridad
Ezequiel Fernández	correcto	plantea un sistema que resuelve por eliminación y sustitución	planteamiento y desarrollo muy claros
Vicente Miragall	correcto	sustitución	poca claridad

Antonio García	correcto	sistema resuelto por determinantes	utiliza la regla de Cramer
José Mª Bartrina	correcto	plantea un sistema que resuelve por determinantes y por métodos ordinarios de reducción y sustitución	utiliza la regla de Cramer en la resolución mediante determinantes. Planteamiento y desarrollo muy claros
Manuel Martí	incorrecto	ecuación de segundo grado	planteamiento incorrecto
Francisco Rius	correcto	plantea un sistema que resuelve por sustitución y reducción	utiliza determinantes
Antonio Suárez	correcto	no utiliza métodos algebraicos	dice que utiliza el método de "tanteo"
Antonio Ibor	correcto	sistema	habla de determinantes, pero no muestra los cálculos

FUENTE: *Elaboración propia a partir del expediente del A G A., Sec. E y C, Legajo 5491*

El día 17 de marzo de 1894 se reúne el tribunal para proceder a la provisión de las plazas, de modo que, tras la emisión de los votos de los cinco vocales, son nombrados José Mª Bartrina y Capella para la cátedra de Barcelona, Juan José Camacho para la cátedra de Guadalajara, Manuel Martí y Sanchís para la de Orense y Antonio Ibor y Guardia y Antonio Suárez Chiglione para las cátedras 1ª y 2ª de Tapia, respectivamente.

2. Conclusión

Realmente se puede ver que los expedientes de las oposiciones que se celebran para cubrir las cátedras de las distintas asignaturas constituyen una valiosa herramienta de investigación, ya que, a partir del estudio de las actas, puede obtenerse información acerca de los miembros de los tribunales, de los aspirantes que concursan, del tipo de preguntas que se hacen en los exámenes y de los textos que solicitan los opositores para preparar el segundo ejercicio.

Archivos consultados

Archivo General de la Administración. Sección de Educación y Ciencia. Alcalá de Henares.

Bibliografía

CABALLER VIVES, M. C. (1998), «El álgebra en los libros de texto de la enseñanza secundaria en 1898», *VI Simposio de Enseñanza e Historia de las Ciencias, Jaca, 24-28 de junio de 1998*, en prensa.

MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA Y BELLAS ARTES (Editor) (1907), *Escalafón de antigüedad de los Catedráticos Numerarios de los Institutos Generales y Técnicos en 1º de enero de 1907*, Madrid, Imprenta del Colegio Nacional de Sordomudos y de Ciegos.
VEA MUNIESA, F. (1995), «Las matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX», *Cuadernos de Historia de la Ciencia*, 9-I II, Zaragoza, Seminario de Historia de la Ciencia y de la Técnica de Aragón, Universidad de Zaragoza.
VELAMAZÁN GIMENO, M. A. (1994), «La enseñanza de las Matemáticas en las Academias Militares en España en el siglo XIX», *Cuadernos de Historia de la Ciencia*, 7, Zaragoza, Seminario de Historia de la Ciencia y de la Técnica de Aragón, Facultad de Ciencias (Matemáticas), Universidad de Zaragoza.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 309-313

ELS CORRENTS TEL·LÚRICS A L'OBSERVATORI DE L'EBRE

J. Oriol Cardús
Observatori de l'Ebre

Paraules clau: *Corrents tel·lúrics, Observatori de l'Ebre, Landerer.*

Earth currents at the Ebro Observatory

Summary: *After some notes on the beginnings of the Earth-current's studies, the relevance of the work done at the Ebro Observatory is explained. Ends with a short comment on the observations on Earth-currents done at Tortosa at the end of the last century by J. J. Landerer.*

Key words: *Earth-currents, Ebro Observatory, Landerer.*

L'existència de corrents elèctrics que circulen naturalment a l'escorça de la Terra es va postular tant bon punt es van conèixer les lleis de la inducció electromagnètica i les relacions existents entre magnetisme i electricitat. Sembla que ja Faraday al formular les lleis de la inducció va creure en l'existència d'aquests corrents i va intentar demostrar la seva realitat malgrat el fet de no poder-les detectar a causa de la poca sensibilitat dels instruments de què disposava en aquell temps (ROONEY, 1939: 270).

Bosler, en el tractat d'Electricitat Atmosfèrica i Terrestre (BOSLER, 1924) atribueix la descoberta d'aquests corrents a les pertorbacions que es van observar en les línies telegràfiques. En un principi aquestes estaven compostes de dos fils, un d'anada i un de retorn i ben aviat es va veure que era possible suprimir el fil de retorn aprofitant la conductivitat de la terra. Aquesta modificació va ser la causa de la descoberta dels corrents tel·lúrics naturals car aviat es van notar pertorbacions en les comunicacions telegràfiques, que apareixien més o menys ocasionalment; es prou convincent l'article de Barlow (BARLOW, 1849) en què afirmava que les pertorbacions a les línies telegràfiques coincidien sempre amb tempestats magnètiques. Aquesta coincidència quedà ben confirmada amb les grans pertorbacions, que en alguns llocs arribaren a interrompre les comunicacions telegràfiques, coincidents amb la gran tempesta magnètica del setembre de 1859. El mateix Bosler fa notar que els anys 1948 i 1859 són anys de gran activitat solar i ja era coneguda l'estreta relació que hi havia entre l'activitat del Sol i l'activitat magnètica.

Hi ha doncs en l'estudi dels corrents tel·lúrics un primer període en el qual el treball es fa pels serveis telegràfics que volen assegurar la fiabilitat de les seves instal·lacions, i un segon període en que s'instal·len observatoris dedicats a aquest estudi. Si el primer període

queda marcat per la seva fragmentació i pels resultats, a vegades contradictoris, el segon representa l'estudi sistemàtic i a llarg termini d'un fenomen natural amb relacions estretes amb els estudis de magnetisme i de l'activitat solar.

Al Congrés de París sobre Electricitat de l'any 1881 es va recomanar l'estudi fent servir les línies telegràfiques. Entre les nacions que van seguir aquesta recomanació podem mencionar els treballs fets a França (1883 i 1884) comparant els resultats entre dues línies entre París i Nancy, aèria l'una i soterrada l'altra, que tenien diferent recorregut. Hi ha també les observacions fetes a Alemanya, també amb dues línies, entre Berlín i Torn i de Berlín a Dresden, estudiades per Weinstein.

Com que les observacions fetes amb les línies telegràfiques eren necessàriament fragmentàries ja que el servei tenia prioritat sobre la investigació, era natural que en alguns llocs es decidissin a establir estacions per a l'observació dels corrents tel·lúrics. Probablement, la primera d'aquestes instal·lacions experimentals va ésser la d'Anglaterra l'any 1865 (anterior al Congrés de París) per G. Airy: tenia al principi dues línies que unien Greenwich amb Dartford i amb Croydon. La primera d'uns 16 Km i l'altra d'uns 13 Km; formaven entre elles un angle d'aproximadament 107°. Aquesta instal·lació va funcionar de la primavera de 1865 fins al final de 1867. Es va fer una segona instal·lació, també a Anglaterra, i va entrar en servei l'any 1881: contava igualment de dues línies amb preses de terra separades uns 4 i 5 Km i formant un angle d'uns 96°. L'any 1891 l'electrificació industrial va fer completament impossible de continuar els treballs.

En bona probabilitat es pot considerar que el primer observatori destinat a l'estudi dels corrents tel·lúrics és l'establert l'any 1892 a Parc Saint-Maur, a prop de París, per T. Moureaux. S'hi van instal·lar 3 línies, les dues primeres, en direccions perpendiculars a l'Est i al Sud de l'Observatori, tenien una longitud de prop de 15 Km cada una i estaven destinades al registre dels corrents tel·lúrics; la tercera era un circuit tancat que servia per estudiar els corrents induïts per les variacions del camp magnètic. Va estar en funcionament fins l'any 1897 en què la contaminació elèctrica industrial va obligar a interrompre el treball tal com ja havia passat a Anglaterra.

A principis del segle XX es va fundar l'Observatori de l'Ebre a Roquetes, petita ciutat propera a Tortosa. La seva finalitat era l'estudi de les relacions entre l'activitat solar i els fenòmens geofísics, especialment el geomagnetisme, l'electricitat atmosfèrica i terrestre i la sismologia. El seu fundador, el P. Ricart Cirera, va visitar diversos observatoris europeus abans de formular el seu projecte d'observatori i va passar un cert temps a l'Observatori de Parc Saint-Maur. No té, doncs, res de particular que s'interessés pels estudis sobre els corrents tel·lúrics recentment interromputs en aquell observatori. A l'Ebre va introduir l'estudi dels corrents tel·lúrics al mateix temps que els de magnetisme. La instal·lació (GARCÍA MOLLÁ, 1909) era de dues línies amb preses de terra situades l'una cap a l'est i l'altra cap al sud de l'Observatori. La primera tenia un distància entre les preses de terra de 1.420 m i la segona de 1.280 m. L'angle entre les dues línies era de 87° 21'. L'any 1911 es va modificar lleugerament la línia cap a l'Est i va quedar amb una distància entre les preses de terra de 1.415 m i l'angle que formava amb la línia cap al Sud va passar a 90° 30' (*Boletín Mensual del Observatorio del Ebro*, 1911).

El registre continu es feia per mitjà de galvanòmetres Deprez-D'Arsonval semblants als de Parc Saint-Maur. Els registres obtinguts a l'Ebre comprenen de l'any 1910 fins al juliol de 1973 en què la posada en marxa de l'electrificació dels trens de Barcelona a

València i Andalusia va obligar, com ja havia passat en altres llocs, a la supressió d'aquests estudis. Va ser una llàstima aquesta interrupció perquè els registres de l'Ebre eren la sèrie més llarga de tot el món.

No és aquest el lloc per explicar els resultats científics que la comunitat internacional ha tret de l'estudi de les dades de l'Ebre; sí que creiem, però, convenient indicar algunes aportacions significatives a aquest estudi.

En primer lloc cal remarcar la longitud mitjana de les línies a l'Ebre, poc més d'1 Km comparades amb les angleses i franceses d'uns 15 Km i especialment amb les alemanyes estudiades per Weinstein que eren de 120 i de 206 Km. Era aquesta una qüestió molt problemàtica en els primers estudis ja que les línies curtes donaven pertorbacions importants que feien quasi impossible l'estudi mentre que les línies llargues tenien la dificultat del seu manteniment. Les pertorbacions de les línies molt curtes es donaren especialment pels fenòmens de polarització local de les preses de terra que causen diferències de potencial entre els elèctrodes. La longitud relativament curta de l'Ebre, acompanyada d'unes bones preses de terra, va possibilitar uns registres fiables. No creguem, però, que els resultats de l'Ebre fossin acceptats fàcilment. Hi havia, al principi, serioses reserves. No fou fins que es feren comparacions entre els resultats de l'Ebre i els obtinguts amb les línies molt llargues de Berlín, que es consideraven les més fiables, que es va acceptar la possibilitat d'obtenir bons resultat amb línies semblants a les de l'Ebre. És interessant amb relació amb aquest punt recordar el treball de L. A. Bauer (BAUER, 1922) en el qual explica que en decidir establir observatoris de corrents tel·lúrics en els seus ja existents observatoris magnètics s'ha considerat convenient fer uns estudis previs de les dades de l'Ebre a fi d'aprofitar les experiències ja fetes i de preveure la direcció de futurs estudis. En aquest treball compara els resultats a l'Ebre amb els ja coneguts de Berlín. Resultat pràctic d'aquest estudi fou establir línies de mitjana longitud en algun dels nous observatoris.

Una segona contribució del treball de l'Observatori de l'Ebre en el camp dels corrents tel·lúrics queda reflectida en la resolució 6a adoptada per l'Associació Internacional de Magnetisme i Electricitat Terrestre en la seva reunió del 17 al 24 de setembre de 1936 a Edimburg (LACOUR, 1937) sobre el sentit d'aquests corrents. Era un problema que s'anava arrossegant des de les primeres observacions: no hi havia un criteri fix entre els observadors sobre com denominar el sentit del flux del corrent elèctric i el resultat era que amb massa freqüència era necessari canviar el signe d'algunes observacions quan es volien comparar amb les fetes en altres estacions. Per evitar aquesta incertesa la Comissió Internacional de Magnetisme Terrestre i Electricitat Atmosfèrica de l'Organització Meteorològica Mundial, a la seva reunió a Varsòvia (setembre de 1935), va formar un petit comitè encarregat de preparar una proposta que seria presentada a l'Oficina Central de l'Associació Internacional de Magnetisme i Electricitat Terrestre. El Comitè tenia tres membres: O. H. Gish (President), A. Nippoldt i A. Romañá (de l'Observatori de l'Ebre). En les actes de l'Assemblea d'Edimburg i ha la resolució adoptada per l'Associació Internacional (pàg. 454) i l'informe presentat pel president (pàg. 235). En aquest informe, després de presentar la proposta de resolució es diu: «The reasons for suggesting this resolution are well expressed in a communication from Dr. Romaña» (GISH, 1936). És, amb tota probabilitat, un dels primers treballs fets pel P. Romañá que s'havia incorporat al personal de l'Observatori el 7 d'agost de 1934.

Això és el que volia presentar a aquesta V Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica sobre l'aportació de l'Observatori de L'Ebre en el camp de la investigació sobre els

corrents tel·lúrics. Hi ha un altre tema que no vull passar per alt abans de cloure aquesta presentació: s'ha parlat de la participació de l'Observatori en els estudis sobre els corrents tel·lúrics, de la seva importància en l'àmbit internacional i és possible que hagi donat la impressió que aquests treballs fossin els primers fets a Espanya. Res més allunyat de la realitat: a l'arxiu de l'Observatori es conserven, com a part del llegat de J. J. Landerer, uns quaderns manuscrits en què s'anoten les observacions científiques que Landerer anava fent sobre els molt diversos temes pels que s'interessava el polifacètic científic i entre ells hi ha diverses observacions sobre corrents tel·lúrics que no dubto que són les primeres fetes a la Península.

L'estreta relació que va tenir Landerer amb el P. Ricard Cirera i el fet que en la planificació del seu treball s'inclogués l'estudi amb línies de curta longitud porta a pensar que d'alguna manera les observacions de Landerer es poden considerar com un pròleg del treball fet en aquest camp a l'Observatori. En una de les publicacions de l'Ebre (GENESCÀ, 1994) hi ha una relació del llegat Landerer, i en una d'anterior (ROMAÑÁ, 1957) hi ha l'anàlisi de les observacions de Landerer i la seva conformitat amb els resultats posteriors obtinguts amb les instal·lacions molt més perfeccionades de l'Observatori.

Les primeres observacions de Landerer sobre corrents tel·lúrics són de l'any 1876, uns anys anteriors a la reunió de París fet que ens mostra la coneixença que tenia Landerer dels problemes que preocupaven en el seu temps als científics. Ja l'any 1881 tenim la seva comunicació a l'Acadèmia de Ciències de París (LANDERER, 1881) «Sur les courrants engendrés par l'électricité atmosphérique et les courrants telluriques» a la qual seguiren dues més sobre el mateix tema als anys 1886 i 1887. Les observacions de Landerer es van fer amb mitjans molt rudimentaris i es van anar modificant al llarg dels anys. La instal·lació que es féu servir per les observacions de l'any 1887 constava fonamentalment de dues línies de ferro galvanitzat de 2 mm de diàmetre que unien la casa de Landerer, al raval del Jesús (afores de Tortosa) amb les de dos amics, Albesa i Climent, amb longituds de 228 i 136 m; un galvanòmetre del tipus Deprez-D'Arsonval intercalat a les línies servia per fer les observacions visuals directes. Hi va haver un dia en què Landerer va fer 131 lectures entre les 8 del matí i les 9 del vespre. Malgrat la precarietat dels mitjans de que disposava els resultats obtinguts demostren palesament l'extraordinària cura que posava en les seves observacions.

Bibliografia

CHAPMAN, S.; BARTELS, J. (1940), «Earth currents». A: *Geomagnetism*, Oxford, Clarendon Press, I, 417-448.

EARTH-CURRENTS (1929), *The Encyclopedia Britannica*, (14ed), London.

ROONEY, W.J. (1939), «Earth-Currents». A: FLEMING J.A. (ed.) *Physics of the Earth VIII. Terrestrial Magnetism and Electricity*, New York and London, McGraw-Hill Book Co. Inc., 270-307.

BARLOW, W. H. (1849), «On the spontaneous electric currents observed in the wires of the electric telegraphs». *Phil. Trans. Roy. Soc. 61.*

BAUER, L. A. (1922), «Some results of recent earth-current observations and relations with solar activity, terrestrial magnetism and atmospheric electricity». *Terr. Mag. 27,* 1-30.

BOSLER, J. (1924), «Les courants telluriques» A: MATHIAS, E. (dir.) *Traité d'électricité Atmosphérique et Tellurique.* París, Les Presses Universitaires de France, 453-524.

GARCIA MOLLA, J. (1919), «La Sección Eléctrica». *Memórias del Ob. del Ebro, n° 4.*
GENESCA, M. (1994), «El llegat Landerer a l'Observatori de l'Ebre» *Miscel·lànies de l'Ob. de l'Ebre, n°40.*
GISH. O. H. (1937), «Report on uniform convention regarding the sense of Earth Current components». A: LA COUR D. (Ed.) *Transactions of Edinburgh Meeting*, Copenhagen, 235-236, IATME Bull.n° 10.
LANDERER, J. J. (1881), «Sur les courrants engendres par l'electricité atmosphérique et les courrants telluriques». *C.R.Ac.Sc. Paris, 93* 588-589.
LANDERER, J. J. (1886), «Sur les courrants telluriques». *C.R.Ac.Sc. Raris, 103*, 489-490.
LANDERER, J. J.(1887), «Sur les variations des courrants telluriques». *C.R.Ac.SC.Paris, 105*, 463-464.
ROMAÑA, A. (1957), «Las corrientes telúricas en Tortosa a fines del Siglo pasado». *Miscel·lànies de l'Ob. de l'Ebre, n° 16.*

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 315-327

APLICACIÓ DEL MODEL DE LAUDAN AL CANVI CIENTÍFIC QUE REPRESENTA LA UNIFICACIÓ DES D'UN PUNT DE VISTA CONCEPTUAL DE L'ELECTRICITAT ESTÀTICA I DE L'ELECTRICITAT VOLTAICA

Marina Castells i Llavanera
Grup d'Història de l'Educació científica i Matemàtica i les seves relacions amb la Didàctica. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Universitat de Barcelona

Paraules clau: *electrostàtica, electricitat voltaica, Faraday, Història de l'Electricitat, epistemologia.*

Application of the Laudan model of the scientific change that means the unification at conceptual level of the Static Electricity and of the Volta Electricity

Summary: *This paper try to answer the following question: how and when the change that means the consideration of the two Electricities –the electricity produced by friction o Electrostatics and the one produced by the cell or Voltaics– as two manifestations, in different conditions, of a unique Electricity, was done?*
The content is divided in three parts. In the first one, we will present the Laudan Model; in the second one, we will comment how we apply the Laudan Model to the historical case of the unification of the two kinds of Electricity and, finally, we value and comment briefly the difficulties applying the Laudan Model to our particular historical case.

Key words: *electrostatics, voltaic electricity, Faraday, History of Electricity, epistemology.*

1. Introducció

Llegint Faraday ens podem adonar que l'any 1831 parla de diferències entre les dues classes d'electricitat: l'electricitat produïda per fricció o *electrostàtica* i la produïda per les piles o *voltaica* i tracta de trobar-ne una explicació, que comença a entreveure. En les seves famoses «Experimental Researches in Electricity», on Faraday resumeix més de trenta anys de treballs experimentals, podem llegir: «*Even the differences between common and voltaic electricity, when applied to effect chemical decomposition, which Dr. Wollanston has pointed out, seem explicable by the circumstances connected with the induction of electricity from*

theses two sources»[1] (FARADAY, 1938: 22) . Aquest i altres paràgrafs escrits per Faraday ens porten a plantejar-nos la següent qüestió: per als científics del segle XIX les dues electricitats eren fenòmens diferents? I si realment era així, quan i com es va produir el canvi que representaria el fet de considerar-la com a dues manifestacions, en diferents condicions, d'una mateixa electricitat, és a dir, arribar a la conclusió que no té sentit parlar de dues electricitats sinó d'electricitat.

En fer aquesta presentació, per manca d'espai, no detallem el cas històric malgrat que alguns dels seus aspectes seran comentats quan apliquem el Model de Laudan, la descripció del qual presentem resumidament, al canvi conceptual que representa la unificació de les dues electricitats.

Podeu ampliar la informació sobre el cas històric consultant la bibliografia que citem al final de l'article.

2. El model de Laudan

Segons aquest model, l'objectiu principal de la ciència és obtenir teories que siguin molt efectives en la *resolució de problemes*. Des d'aquesta perspectiva, la ciència progressa només si les successives teories resolen més problemes que les seves predecessores.

Per Laudan, la ciència és, en essència, una activitat de resolució de problemes, els problemes seran el punt central del pensament científic i les teories en seran el seu resultat final. D'acord amb Laudan, es podria dir que si els problemes constitueixen les preguntes de la ciència, les teories en constitueixen les respostes.

Laudan, quan es refereix als problemes, distingeix entre *problemes empírics* i *problemes conceptuals*.

Els problemes empírics

Qualsevol esdeveniment o procés del món natural que ens sorprengui com a estrany, o que necessita una explicació, constitueix un *problema empíric*. Tots els problemes (inclosos els empírics) es plantegen dins d'un determinat context d'indagació i es defineixen, en part, per aquest context.

Laudan distingeix entre problemes empírics potencials o *no resolts*, problemes empírics *resolts* i problemes empírics *anòmals*. Els problemes potencials els constitueixen tot allò que es considera que s'ha d'explicar del món, però del que encara no tenim l'explicació. Són problemes resolts aquells problemes que han estat resolts per alguna teoria. Els problemes anòmals són aquells problemes reals que resolen les teories rivals, però que no han estat resolts per la teoria en qüestió. Els problemes no resolts o potencials no tenen perquè ser anòmals. Un problema canvia a problema anòmal quan ha estat resolt per una teoria rival viable.

[1] «Fins i tot les diferències entre electricitat comuna i electricitat voltaica, quan són aplicades a l'efecte de la descomposició química, les quals ha assenyalat Dr. Wollaston, semblen explicables per les circumstàncies connectades amb la inducció de l'electricitat a partir d'aquestes dues fonts» (Faraday, Series I, publicat el 1938, però llegit el 1831: 22).

De fet, els problemes resolts parlen a favor d'una teoria, els anòmals constitueixen proves en contra de la teoria, i els no resolts apunten, simplement, vies per a una indagació teorètica posterior. Usant aquesta terminologia, podem argumentar que *un dels caràcters distintius del progrés científic és la transformació de problemes empírics anòmals i no resolts en problemes resolts.*

Però les coses moltes vegades no són tan clares, un examen curós de molts casos històrics mostra que l'estatus dels problemes no resolts és molt més ambigu del que freqüentment hom s'imagina. Una bona aproximació seria que: *els problemes no resolts només compten, generalment, com autèntics problemes, quan deixen de ser problemes no resolts.* Fins que no són resolts per alguna teoria, són només problemes «potencials» més que actuals.

Quan ens preguntem si un problema ha estat resolt, ens estem preguntant en realitat si guarda una determinada relació amb una teoria o una altra. Per determinar si una teoria resol un problema és irrellevant si la teoria és vertadera o falsa, o si està ben confirmada o ho està amb prou feines.

Laudan considera raonable caracteritzar una anomalia com una situació empírica que, encara que sense oferir raons definitives per a l'abandonament d'una teoria, sí que suscita dubtes racionals sobre les credencials empíriques de la teoria. Per Laudan *els problemes anòmals serien problemes empírics que susciten dubtes raonables sobre l'adequació empírica d'una teoria.*

Els problemes conceptuals

A més dels problemes empírics, les teories poden enfrontar-se a *problemes conceptuals.* Un problema conceptual és un problema *presentat per alguna teoria.* Els problemes conceptuals són característics de les teories, i no tenen existència independentment de les teories que els mostren, ni tan sols aquesta limitada autonomia que de vegades posseeixen els problemes empírics. Si els problemes empírics son preguntes de primer ordre sobre les entitats substantives d'algun domini, els problemes conceptuals són preguntes d'un ordre superior sobre la consistència de les estructures conceptuals (per exemple, teories) que han estat elaborades per respondre a preguntes de primer ordre. De fet, els problemes conceptuals són deficiències de les teories, si mirem les funcions per a les quals les hem dissenyat. Per tant, un problema conceptual serà molt més greu per a una teoria que una anomalia empírica.

El progrés de les teories

Perquè una teoria sigui *progressiva* ha de resoldre el màxim nombre de problemes empírics, generalment tenir un nombre mínim d'anomalies i de dificultats conceptuals. L'eliminació de dificultats conceptuals constitueix tant de progrés com l'augment de suport empíric. Segons aquest model, és possible que la substitució d'una teoria amb bona confirmació empírica per una altra teoria menys confirmada sigui progressiva, amb la condició que aquesta última resolgui dificultats conceptuals rellevants d'entre aquelles amb què s'enfrontava l'anterior.

És important d'assenyalar que moltes teories poden resoldre el mateix problema

(empíric o conceptual): *el valor d'una teoria dependrà, entre altres coses, de quants problemes resolgui.*

Teories i tradicions d'investigació

Les teories representen exemplificacions de visions més fonamentals sobre el món i la manera com són modificades i substituïdes només té sentit si tenim en compte aquests compromisos més radicals. Anomenem *tradicions d'investigació* als sistemes de creences que constitueixen aquestes «visions» fonamentals.

En tota tradició d'investigació activa s'hi troba associada una família de teories. Algunes de les teories, seran mútuament consistents, però altres (per exemple, les teories rivals, dins de la mateixa tradició d'investigació) no ho seran. El que totes les teories tenen en comú és que comparteixen l'*Ontologia* de la tradició d'investigació matriu i poden ser sotmeses a prova i avaluades fent servir les seves normes metodològiques o la seva pròpia *Metodologia.*

Comparades amb les teories, les tradicions d'investigació tendeixen a ser persistents. Així com les teories poden ser abandonades i substituïdes amb molta freqüència, les tradicions d'investigació solen ser més duradores, ja que poden resistir la mort de qualsevol de les seves teories subordinades, les tradicions d'investigació són unitats que perduren a través del canvi de teories i que estableixen, juntament amb els problemes empírics resolts, gran part de la continuïtat que hi ha a la Història de la Ciència.

Si tal com hem dit, una teoria és més adequada (és a dir, més acceptable) que una teoria rival només si la primera ha mostrat una més gran eficàcia en la resolució de problemes que la segona, una tradició d'investigació és més adequada que una altra només si el conjunt de teories que la caracteritzen en un moment donat és més adequat que les teories que componen qualsevol tradició d'investigació rival.

A continuació, resumim esquemàticament els elements principals del model de Laudan.

Tradicions d'investigació	Unitats (U)	Problemes empírics Teories	Problemes resolts Problemes no resolts Problemes anòmals
		Problemes conceptuals	
	Ontologia (O) Metodologia (M)		

3. Aplicació del model de Laudan al canvi conceptual que representa la unificació de les dues electricitats: la de fricció i la voltaica

En intentar aplicar el model de Laudan al cas concret que representa la unificació dels dos tipus d'electricitat l'hem de situar, per poder-lo entendre, en un canvi de tradicions d'investigació.

La unificació de les dues classes d'electricitat, en el model de Laudan de resolució de problemes, crec que correspondria, per a nosaltres, a la *resolució d'un problema conceptual* dins de la *tradició d'investigació II*, problema que no havia estat resolt o no ben resolt dins de la *tradició d'investigació I*. I presentar aquestes tradicions d'investigació i analitzar aquest canvi de tradicions és el que farem a continuació per aclarir el canvi que considerem.

Tradició d'investigació I: Tradició de l'acció a distància[2]

ONTOLOGIA. Existeixen *fluids imponderables* que formen part de la matèria. Els components de la matèria s'exerceixen *forces a distància* en la direcció de la línia que els uneix.

METODOLOGIA. Se'ns fa una mica difícil de precisar. La metodologia sembla bàsicament *experimental inductivista*, en el sentit que s'han de treure conclusions generals a partir de l'experiència. De totes maneres, no podem dir que això sigui sempre així, perquè, per exemple, l'existència de fluids imponderables respon més a preconcepcions que no pas a inducciones a partir dels fets experimentals. De tota manera, com a cosa general, direm que hi ha el sobreentès que l'experiència serà la que em dirà quines són les lleis.

Un altre aspecte de la metodologia és la *matematització* de les explicacions que es donen dels fets. Això no ho trobem als inicis de la *tradició d'investigació I*, Franklin encara no fa servir les matemàtiques per expressar les seves lleis però, de fet, posa les primeres bases perquè pugui fer-se. I quan la *tradició d'investigació I* ja està plenament desenvolupada, la matematització ja és clara.

TEORIES. Les entenem com a xarxes d'enunciats que, en conjunció amb certes condicions inicials, condueixen a l'explicació i predicció de fenòmens específics.

Dins de la *tradició d'investigació I* tenim diverses teories que expliquen diversos fets experimentals:

1) Per explicar les atraccions elèctriques tenim la *teoria d'un sol fluid* de Franklin i Aepinus[3] i la *teoria de dos fluids* (1759) de Symmer, defensada després per Coulomb i al-

[2] Només ens centrarem en els aspectes que fan referència a l'electricitat.

[3] Les primeres investigacions experimentals de Franklin daten de 1747. El seu primer descobriment fou *l'efecte dels cossos punxeguts* que poden igualment comunicar i agafar el «foc elèctric» als altres cossos o dels altres cossos. Segons Franklin, l'electricitat no és creada quan es frega el vidre sinó només transferida del vidre a l'altre cos que frega. El vidre quedarà electritzat positivament i el que frega, negativament. Segons ell, la quantitat total d'electricitat de qualsevol sistema aïllat es manté constant. Així quedà establert el *Principi de conservació de la càrrega elèctrica*. Explicà amb la seva teoria el funcionament de l'ampolla de Leiden. D'aquesta manera es va precisant la *Teoria d'un sol fluid* (als voltants del 1750).

Quasi bé tots els experiments de l'època s'explicaven per la teoria de Franklin, però hi ha un fet que no sap explicar i és que *els cossos que tenen menys electricitat del que és normal es repel·len.*

Pocs anys més tard Aepinus, per tal d'explicar la repulsió elèctrica, va introduir la idea que *les partícules de matèria ordinària es repel·len les unes amb les altres*. Però la matèria ordinària amarada de fluid elèctric també pot tenir propietats atractives. Assumia també que les forces elèctriques disminuïen quan la distància augmentava. Van aconseguir explicar els fenòmens d'*Influència electrostàtica* a distància.

tres.[45] Aquestes són teories rivals, en el model de Laudan es preveu que les teories rivals poden existir dins d'una mateixa tradició d'investigació. En realitat, l'oposició entre aquestes teories no fou molt virulenta ja que les dues expliquen pràcticament els mateixos fets experimentals. Aquesta característica de les dues teories fou un dels arguments de Faraday per justificar l'abandonament de la *tradició d'investigació I.*

2) La *teoria de Galvani de l'electricitat animal*[6] per explicar les convulsions experimentades per una granota en determinades circumstàncies. En realitat, no era una teoria estructurada completament però era una explicació que partia de la idea que en el cos de l'animal existia el fluid elèctric.

3) La *teoria de Volta*[7] que deia que la causa que feia sortir el fluid elèctric a través del cos d'un animal era el contacte entre dos metalls diferents a través d'un electròlit. Aquesta teoria Volta la va aplicar a explicar la seva o *teoria de la pila de Volta.*

[4] Galvani va descobrir, el 1780, que quan una granota tenia la part interna del nervi crural en contacte amb un metall i els músculs tancant un arc, es produïa una gran convulsió. Va interpretar el fet com l'existència d'una electricitat inherent a la matèria animal. Per ell, era com una ampolla de Leiden, el fluid s'escapa dels nervis cap als músculs a través de l'arc metàl·lic. A aquest fluid li donà el nom de *fluid galvànic* i a l'electricitat produïda *electricitat animal.* Galvani considerava que aquest fluid era el mateix que l'ordinari però d'altres no ho veien així i es produïren discussions entre els partidaris d'una o altra concepció.

[5] Symmer va donar la *Teoria de dos fluids* per explicar les atraccions i repulsions elèctriques el 1759. Aquesta teoria fou seguida per Coulomb. La publicació de les idees de Coulomb va originar controvèrsia entre els partidaris dels dos fluids i els d'un fluid. La dels dos fluids fou adoptada més aviat a França i la d'un fluid a Holanda i Itàlia.

[6] L. Galvani va descobrir el 1780 que quan una granota tenia la part interna del nervi crural en contacte amb un metall i els músculs tancant un arc, es produïa una gran convulsió. Va interpretar el fet com l'existència d'una electricitat inherent a la matèria animal. Per a ell, l'animal era com una ampolla de Leiden, el fluid s'escapa dels nervis cap als músculs a través de l'arc metàl·lic. A aquest fluid li donà el nom de *fluid galvànic* i a l'electricitat produïda, *electricitat animal.* Galvani considerava que aquest fluid era el mateix que l'ordinari, però d'altres no ho veien així i es produïren discussions entre els partidaris d'ambdues concepcions.

[7] A. Volta refusava l'existència d'un fluid en els nervis. El 1792 va aconseguir demostrar la idea que l'estímul en l'experiment de Galvani era la connexió de dos metalls diferents a través d'un cos humit (conductor) (*Teoria de Volta*).

G. Fabroni també rebutjava l'existència del fluid galvànic. El 1796 deia que alguna acció química era inseparable dels efectes galvànics.

El 1800 A. Volta va aconseguir mostrar molt clarament els efectes químics de Fabroni posant una llarga cadena (pila) de diferents metalls en lloc de dos. Si entre placa i placa hi posava roba humitejada amb una dissolució salina, l'efecte era més notable. El dispositiu de Volta s'assemblava a una ampolla de Leiden amb poder per recuperar automàticament el seu estat de tensió. Volta, sense dubtar, va afirmar que el fenomen de la pila era de naturalesa elèctrica perquè els efectes fisiològics eren com els produïts amb l'ampolla de Leiden i era conduïda pels mateixos conductors. El contacte entre diferents metalls era suficient per produir efectes com els de *l'electricitat estàtica.* Volta va establir la *Teoria de la Pila*, basant-se en el *contacte entre dos metalls diferents.* Va comunicar les seves idees a J. Banks el 1800.

La teoria química de Fabroni i Davy sobre la pila de Volta

Les teories de Volta i Davy semblaven al principi rivals però en realitat no ho foren perquè el mateix Davy va donar una *nova teoria de la pila* en què combinava la idea que el contacte de dos metalls és la causa que destorba l'equilibri mentre que els canvis químics contínuament el restableixen. La *teoria química sobre la pila* tingué el suport de Wollanston i Nicholson.[8]

4) La *teoria de Poisson,*[9] que basant-se en les lleis de Coulomb i la hipòtesi que la força resultant de totes les partícules de càrrega elèctrica d'un conductor ha de ser nul·la en el seu interior, explicava la distribució superficial de càrrega elèctrica en els conductors.

5) La *teoria de Grothus i Davy* per explicar que en l'electròlisi apareixien els productes de la descomposició en llocs molt separats l'un de l'altre. Segons aquesta teoria, l'electròlisi té lloc a través de tota la massa del líquid.[10]

La *teoria sobre l'electròlisi de la Rive* que suposa que la dissociació de les partícules es produïa només en els terminals i que els àtoms, en realitat ions, podien traslladar-se a distàncies considerables. Aquestes també eren teories rivals dins de la mateixa tradició.

6) La *teoria d'Ampère*: «Théorie Mathematique des phenomènes électrodynamiques, uniquement déduite de l'experience» (1827*)*, que explicava els experiments d'atracció i repulsió entre corrents.

I va aplicar aquesta teoria per explicar els fenòmens magnètics, poc després d'haver conegut l'experiment d'Oersted.[11] Per Ampère, les atraccions magnètiques tenen com a cau-

[8] W. Nicholson i A. Carlisle varen repetir (1800) els experiments de Volta amb aigua i observaren el despreniment de gasos al voltant dels conductors que estaven en contacte amb l'aigua (*electròlisi*). W. H. Wollanstone (1766-1828) repetí els experiments de l'electròlisi i els va fer servir per provar *la identitat de les dues classes d'electricitat*. Per tant, sembla que el 1801 queda establerta la identitat de les dues classes d'electricitat a partir dels resultats experimentals. H. Davy, repetí el 1800 els experiments de Wollanstone amb aigua pura i va veure que no es produïa la descomposició. Va donar la seva *Teoria química sobre la pila de Volta*. El seu punt de vista sembla més coincident amb Fabroni que no pas amb Volta. Davy va investigar més accions químiques de l'electricitat i va concloure que *les atraccions químiques i elèctriques són produïdes per la mateixa causa*, idea que serà recollida per Faraday.

[9] S. D. Poisson va llegir, el 1812, una memòria a l'Acadèmica francesa en la qual acceptava la Teoria dels dos fluids de Coulomb. Poisson diferencia entre *conductors* i *aïllants*. Quan un excés de fluid és comunicat a un metall, aquest es distribueix a la seva superfície en forma d'una capa. La força resultant de totes les partícules d'aquesta càrrega elèctrica ha d'esdevenir nul·la al seu interior. Poisson demostrà a partir dels avenços matemàtics que s'havien aconseguit amb la Gravitació, que amb l'ajut d'aquest principi és possible, determinar la distribució de l'electricitat en la capa superficial.

Green va ampliar els treballs de Poisson (1828). Infereix que la *Funció V* (que mesura el grau d'electrificació) ha de ser constant dins dels conductors.

[10] Sorprengué a Nicholson i Carlisle (1800) que en els seus experiments d'*electròlisi* apareixien productes de descomposició en llocs separats l'un de l'altre (a prop dels pols). Poc després, Grothus i Davy, van avançar una explicació, segons la qual l'*electròlisi té lloc a través de tota la massa del líquid.*

[11] Oersted va descobrir (1820) que el corrent elèctric actua sobre una agulla imantada.

sa els corrents moleculars interns que hi ha dins dels imants. Ampère, de tota manera, encara participa de la idea dels fluids.

Contemporanis d'Ampère donaven explicacions diferents, però totes amb el sobreentès que les forces actuaven a distància i en la línia que uneix els elements que intervenen.

PROBLEMES

Problemes no resolts

- *Repulsió electrostàtica*: Fou un problema no resolt per la teoria de Franklin d'un únic fluid i que, encara que Aepinus intentà resoldre, no ho aconseguí plenament. En canvi, la teoria dels dos fluids no ho tenia com a problema.
- La *conservació de la càrrega elèctrica*: No hi havia, ni amb la teoria d'un fluid, ni amb la de dos fluids una explicació satisfactòria.
- *L'electricitat per fricció no penetra* en l'interior dels conductors; en canvi, el *corrent voltaic omple tot el conductor*. Aquest era un problema clar per la identificació de les dues classes d'electricitat.
- Que els *productes de descomposició de l'electròlisi es troben a distàncies considerables els uns dels altres*. Hi hagué diferents teories explicatives, però no en predominà una sobre les altres i podem considerar-lo un problema no plenament resolt.

Problemes resolts

- *L'atracció electrostàtica.*
- *L'ampolla de Leiden.*
- *La inducció electrostàtica.*
- *Els efectes dels cossos punxeguts i els parallamps.*
- La identificació experimental de les dues electricitats *amb els experiments de Wollanston, Marum i Pfaff*[12] *però sense una explicació consistent, és a dir, solució incompleta.*

Problemes anòmals

El concepte que dóna Laudan de problemes anòmals és que són els problemes que no resolts per una teoria, ho són per una teoria rival.

El descobriment d'Oersted centrà l'atenció dels científics, fins llavors l'electricitat i el magnetisme eren dos fenòmens separats, a partir d'ara es consideren íntimament lligats. La força que es manifesta a l'experiment d'Oersted semblava una força transversal, que no actuava en la direcció de la línia que unia els dos elements tal com se suposava que havia de passar en la concepció de les forces a distància.

[12] Vegeu nota 7. Wollanstone va trobar que l'aigua podia descompondre's pels dos tipus de corrent i va inferir que les diferències observades podien ser explicades perquè que l'electricitat voltaica (corrent) és menys «intensa» però produïda en més gran quantitat.

De fet, per tant, sembla que el *1801 queda establerta la identitat de les dues classes d'electricitat,* l'*estàtica* o de fregament i la *voltaica* o galvànica (o de corrent), almenys els fets experimentals semblaven confirmar-ho. Es tractaria d'una *identificació a partir de resultats experimentals*.

M.V. Marum i C.H. Pfaff el 1801 arribaren a la mateixa conclusió que Wollanston fent-ho a més gran escala.

Si ens situem dins de la *tradició d'investigació I* se'ns fa difícil de citar-ne perquè veiem que és més clar parlar de problemes resolts i no resolts dins de la tradició d'investigació perquè les teories sovint van sortint per resoldre problemes i en general no queden com a teories rivals (almenys en els cas històric que he considerat). Per exemple, el cas de la pila no el resol Franklin perquè ni el sospitava, i el resol Volta dins de la concepció d'un fluid, però en l'explicació que dóna els fluids no hi surten sinó el contacte de metalls. Si considerem les teories d'un fluid i de dos fluids com a rivals ens trobem amb el fet que pràcticament resolen els mateixos problemes, en la seva època no hi havia la consciència clara que una d'elles fos més progressista que l'altre. Per tant, en aquests casos parlar de problema anòmal sembla força artificial. Veuríem més clar el comparar problemes resolts i no resolts per a teories pertanyents a tradicions d'investigació rivals.

Problemes conceptuals

- *El problema de la unificació de les dues classes d'electricitat* pot considerar-se un problema conceptual. Des d'un punt de vista pràctic (empíric) les dues electricitats ja eren considerades una mateixa cosa a partir de 1801, però conceptualment no se sabia explicar per què i en què consistia la diferència.

Aquest problema va sortint de diferent forma: per exemple, quan Ohm explica la seva llei parlant de *força electroscòpica*, no sé sap ben bé si entén el mateix que Poisson quan considerava el seu *potencial electrostàtic.*[13]

Per a nosaltres, aquest problema de la unificació de les dues classes d'electricitat és un problema conceptual deixat de banda perquè l'interès del moment eren altres coses que Faraday (dins de la *tradició d'investigació II*) va tornar a plantejar i va resoldre.

- Les primeres teories dels fluids (Franklin i Symmer) tenien plantejat el problema de la *matematització*, el sobreentès a l'època era que una ciència havia de ser matematitzada. Aquest problema però es resoldria dins de la mateixa *tradició I*, amb Poisson i d'altres.
- També podem considerar com a problemes conceptuals l'establir el *lligam entre electricitat, magnetisme* (experiment d'Oersted), *electricitat i química*, i entre *electricitat, magnetisme i llum*. Creiem que sí que eren problemes conceptuals que eren a l'ambient tant als començaments, Franklin i els seus contemporanis, com després de l'experiment d'Oersted, en temps d'Ampère i Faraday.

[13] N. Gauthenot va estudiar l'efecte de fer variar els conductors connectats als terminals de la pila i va veure que el corrent depenia de la potència de la pila i dels conductors. G. S. Ohm estudià amb detall el que havia dit Gauthenot. En el seu raonament comparava el corrent a un flux de calor, cosa que l'obligava a introduir una noció semblant a la temperatura. Ohm recorre a la teoria electrostàtica, en el seu temps era costum mesurar la «tensió» de la pila oberta connectant un terminal de la bateria a terra i l'altre a l'electroscopi, i així es parlava de *força electroscòpica* (que s'identifica al potencial electrostàtic) superficial, però Ohm, sabent que els corrents voltaics no estaven localitzats a la superficie dels conductors, sembla que va pensar en la *força electroscòpica com a proporcional al volum-densitat d'electricitat* en aquell tros per analogia entre temperatura i volum-densitat de calor. Malgrat aquestes indefinicions, el treball d'Ohm representà un avenç en el lligam entre corrent voltaic i electrostàtica.

De totes maneres, es va haver d'esperar fins el 1845, que va ser quan Kirchhoff va identificar la *força electroscòpica* d'Ohm amb el *potencial elèctric* de Poisson i Green.

Tradició d'investigació II: Tradició d'investigació de les forces per contacte

ONTOLOGIA. Existència de l'*èter* –fluid imponderable i imperceptible– però és diferent dels fluids de la *tradició d'investigació I*. En la *tradició I* els fluids eren els que feien les forces, en canvi en la *tradició II, l'èter és només transmissor de les forces*. En la fase més avançada d'aquesta tradició l'èter serà abandonat.

Els components de la matèria s'exerceixen *forces per contacte*, pas a pas, i que les línies de força poden ser corbes.

En Oersted i Faraday, i en d'altres, veiem molt clarament que participen de la idea de la «unitat de les forces de la naturalesa». Aquesta visió de les forces clarament guià el treball d'Oersted i Faraday.

METODOLOGIA. Se'ns fa difícil de diferenciar entre la metodologia de la primera tradició d'investigació i la de la segona. La segona també matematitza però aquí hi veiem una mica de contradicció perquè Faraday tenia pocs coneixements de matemàtiques i es va guiar més per unes intuïcions que no pas per unes matemàtiques. Qui va matematitzar les seves idees fou Maxwell.

La metodologia també la considerem experimental però no inductivista, sinó més aviat *constructivista,* és a dir, primer unes idees, una concepcions que es van a comprovar experimentalment sempre que es pugui.

TEORIES. De fet, ens hem centrat en Faraday, és a dir, en els inicis de la *tradició d'investigació II* encara que no plenament establerta. Si entenem les teories com a explicacions coherents que permeten de fer prediccions, podem dir que Faraday en dóna unes quantes:

- *Teoria dels corrents induïts.*
- *Teoria de la propagació de l'acció elèctrica en els electròlits* (electròlisi) o de les *línies de força elèctrica.*
- Teoria de Faraday de l'afinitat química.
- Teoria de Faraday de l'acció molecular.
- Teoria de Faraday de la inducció electrostàtica depenent del medi.
- Teoria de Faraday sobre el diamagnetisme i el paramagnetisme *o de les línies de força magnètiques.*

Aquestes teories no eren rivals entre elles sinó que eren teories que explicaven uns certs fenòmens i que anaven sorgint una darrera l'altra com a teories parcials d'una teoria general o visió més global de tots els fenòmens electromagnètics.

En el cas de la teoria de Faraday de la inducció electrostàtica depenent del medi estava en contradicció amb la visió de Coulomb que el medi no intervenia en els fenòmens electrostàtics. Per tant, en aquest cas, l'oposició no és entre teories de dins d'una mateixa tradició d'investigació, sinó entre teories de diferents tradicions d'investigació i aquesta és la situació que he trobat més vegades en el meu cas històric.[14]

[14] Podem adonar-nos com Faraday anava elaborant les seves idees i teories veient els títols dels successius paràgrafs de les seves «Experimental Researches in Electricity» (1838). Pel poc espai de què disposem no podem aprofundir en cap d'aquestes teories. Per completar la informació podeu consultar la bibliografia citada al final de l'article.

PROBLEMES

Problemes no resolts

- *Propagació de l'electricitat en el buit.*
- Altres casos en què la solució que es dóna és només parcial, com ara *l'explicació de l'electròlisi.*

Problemes resolts

- Pràcticament tots els que resolia la *tradició d'investigació I.*
- *Inducció electrostàtica depenent del medi* i capacitat específica dels dielèctrics.
- *Conservació de la càrrega.*
- *Fenòmens electroquímics* (encara que no completament).
- *L'electricitat per fricció sembla estar localitzada a la superfície dels conductors.* Poisson deia que s'hi mantenia per l'efecte de la pressió de l'aire, resposta que no va admetre Faraday.

Contents:

Series I –	1. Induction of electric currents.
	2. Evolution of electricity from magnetism.
	3. New electrical state or condition of matter.
	4. Explication of Arago's magnetic phenomena.
Series II –	5. Terrestrial magneto-electric induction.
	6. Force and direction of magneto-electric induction generally.
Series III –	7. Identity of electricities from different sources.
	i. Voltaic electricity
	ii. Ordinary electricity
	iii. Magneto-electricity
	iv. Thermo-electricity
	v. Animal electricity
	8. Relation by measure of common and voltaic electricity
Series IV–	9. New law of electric conduction
	10. On conducting power generally.
Series V –	11. Electro-chemical decomposition
	i. New conditions of electro-chemical decomposition
	ii. Influence of water in such decomposition
	iii. Theory of electro-chemical decomposition
Series VI –	12. Power of platina and to induce combination.
Series VII –	11*. Electro-chemical decomposition continued (nomenclature)
Series VIII –	14. Electricity of voltaic pile.
Series IX –	15. Induction of a current on itself.
	Inductive actions of currents generally
Series X–	16. Improved voltaic battery.
	17. Practical results with the voltaic battery.
Series XI –	18. On statics induction
Series XII	7. Conduction or conductivity discharge.
	8. Electrolytic discharge
	9. Disruptive discharge.
Series XIII –	19. Nature of electric current its transverse forces
Series XIV –	20. Nature of electric force o forces
	21. Nature of electric and magnetic forces
	22. Note on electrical exitation.

– *Experiment d'Oersted.*

Problemes anòmals

Tal com he centrat el meu treball en Faraday no té sentit la consideració de problemes anòmals a no ser que consideri teories rivals dins de les *tradicions I i II.* Considerats així, un exemple de problema anòmal podria ser l'experiment d'Oersted que no fou resolt dins de la *tradició I* (Ampère ho intentà) i en canvi ho fou per Faraday dins de la *tradició II.*

Un altre exemple podria ser el *principi de conservació de la càrrega elèctrica*, i en general la majoria de problemes no resolts dins *I* i que es resolen dins *II.*

Problemes conceptuals

Sí que, en canvi, veig molt clarament que Faraday fa evidents uns problemes conceptuals que no ho eren clarament en la *tradició* I, i a més, en resol.

- *El problema de la unificació de les dues electricitats* queda plenament resolt amb Faraday.
- *El problema de la matematització* de les seves teories no el resoldrà ell sinó Maxwell i els continuadors de la mateixa *tradició II.*
- El *lligam entre electricitat i magnetisme* queda resolt amb Faraday i també el *lligam electricitat i química.* El *lligam electricitat, magnetisme i llum* queda quasi bé resolt.
- Queda per resoldre què és *l'èter.* En realitat això no sembla preocupar massa Faraday però sí als seus continuadors.
- Les forces gravitatòries queden encara separades de les altres forces, és a dir, la *unificació de les forces* en Faraday encara és parcial i ho continuarà sent amb Maxwell, haurem d'esperar arribar a Einstein per unificar-hi les gravitatòries.

4. Dificultats trobades en l'aplicació del model de Laudan i valoració del mateix

La dificultat més gran que m'he trobat és la consideració de problemes anòmals, ens surten amb teories rivals de tradicions diferents.

Una altra dificultat és la de poder donar la categoria de resolt o de no resolt a un problema. En molts casos un problema pot semblar resolt als científics d'una tradició d'investigació i en canvi, amb perspectiva històrica el podem veure com a no resolt. De fet, això ja ho comenta Laudan quan presenta els problemes resolts i no resolts (vegeu pàg. 3 d'aquesta comunicació).

Tampoc hem vist molt clar en el nostre cas, el què havia de considerar-se com a metodologia.

Una altra qüestió és que alguns problemes em semblaven que els podia agafar com a problemes conceptuals i alhora com a problemes empírics.

De totes maneres, malgrat totes aquestes dificultats, el model de Laudan de resolució de problemes ens ha semblat força vàlid per aplicar-lo a canvis científics, especialment perquè pot ajudar a afinar més en l'anàlisi de com s'ha anat produint el canvi.

La conclusió general a què arribem és que en el cas que hem estudiat, els problemes conceptuals són els que han influït més al fet que el canvi es produís. I aquesta conclusió està

d'acord amb el punt de vista de Laudan de com es produeix el canvi científic. La *tradició d'investigació II* és més progressiva que la *tradició I* ja que pràcticament resol tots els problemes que resolia la *tradició I* i molts dels problemes que aquesta no havia pogut resoldre. En concret és dins d'aquesta *tradició d'investigació II* que queda explicada la identificació entre l'*electrostàtica* i l'*electricitat voltaica*.

Bibliografia

BERKSON, W. (1981), *Teorías de los campos de fuerzas*. Madrid, Alianza.

FARADAY, M. (1822-1822), «Historical Sketch of Electromagnetism», *Annals of Philosophy, 18* i *19*.

FARADAY, M. (1839-1855), *Experimental researches in Electricity*. 3 vol. London, Taylor and Francis.

GARCIA DONCEL, M. (1987), «El campo electromagnético». A: *Historia de la física en el siglo XIX*. Madrid, RACEFN.

HEILBRON, J. (1979), *Electricity in the 17th and 18th Centuries: A study in Early Modern Physics*. Berkeley, University of California Press.

HOFFMAN, J. R. (1996), *André-Marie Ampère: Enlightenmen and Electrodynamics*, Cambridge University Press.

LAUDAN, L. (1986), *El progresso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Madrid, Encuentro Ediciones.

MARTIN, T. (ed.) (1932-1939), *Faraday's Diary, Being the Various Philosophical Notes of Experimental Investigation Made by Michaekl Faraday*. London.

MARTIN, T. (1991), *Faraday i el descobriment de la inducció electromagnètica*. Vic, EUMO.

PEARCE WILLIAMS, L. (1965), *Michel Faraday. A Biography*. London/New York, Chapman and Hall.

PRIESTLEY, J. (1775), *The History and Present State of Electricity wih original experiments*. Vol. 1. Reprinted from the third Edition, London, with appendix containing two original experiments by the author. New York/London, Johnson reprint corporation (1966).

TATON, R. (1972-1973), *Història General de las Ciencias*. Vol. 2 i 3. Barcelona, Destino.

WHITTAKER, E. (1951), *A History of the Theories of Aeter and Electricity*, T. Nelson and sons.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 329-333

DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS (1863-1941) I LA GEOLOGIA I PALEONTOLOGIA ALACANTINES

Jesús Ignasi Català Gorgues
Institut d'Història de la Ciència i Documentació «López Piñero». Universitat de València-CSIC

Paraules clau: *Geologia, paleontologia, Daniel Jiménez de Cisneros, Alacant, segle XX*

Daniel Jiménez de Cisneros (1863-1941) and the Geology and Paleontology of the Alicante Province

Summary: *Daniel Jiménez de Cisneros, natural history professor at Instituto General y Técnico (Secondary School) of Alicante, was the most important studious of the geology and paleontology of the SE. of Spain at first third of 20th century. This paper summarizes his apportation to that subject and revises his position into the scientific collective of Spanish naturalists, in order to establish a new basic schema for the centre-periphery scientific relationship in Spain at the historic period preceding Spanish Civil War.*

Key words: *Geology, paleontology, Daniel Jiménez de Cisneros, Alicante, 20th century*

Els estudis geològics i paleontològics a l'Espanya contemporània fins la Guerra Civil vénen caracteritzats per un continu increment en el nombre i la qualitat dels treballs des de les dècades centrals del segle XIX. Malgrat estar els esmentats estudis, durant tot eixe període, centrats bàsicamente al *Museo de Ciencias Naturales* de Madrid, al Museu de Geologia del Seminari de Barcelona i a la estructura investigadora establida al voltant de la *Comisión del Mapa Geológico de España* (des de 1910, *Instituto Geológico de España*) (Gozalo, 1997), no hi mancaren les aportacions de naturalistes relativament aïllats a zones perifèriques de l'Estat. Lluny de ser aportacions de caire menor, en alguns casos, com el del personatge que ens ocupa, resultaren contribucions realment cabdals al coneixement de la realitat geològica ibèrica. Hom pot detectar, a més, un biaix historiogràfic pel que fa a l'estudi d'aquestes figures perifèriques, que resten poc estudiades a les aproximacions habituals. Per tot açò, l'estudi d'un cas com el de Daniel Jiménez de Cisneros pot retre un servei gens menyspreable a la revisió de la historiografia de la geologia i, en general, de la història natural espanyola de l'època.

Són encara escasses les dades biogràfiques que tenim sobre el nostre personatge, i, en la seua majoria, ens han arribat pel conducte del seu deixeble Federico Gómez Llueca, qui va dedicar-li una nota necrològica al *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural.* Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás va nàixer a Caravaca (Múrcia) al 1863. Cursà el

batxillerat a Lorca, alhora que mostrava la seua afecció pels estudis geològics fent freqüents excursions pels tossals que envolten la seua ciutat natal. Es llicencià i doctorà en Ciències Naturals a Madrid, a la Universitat Central. Després d'uns anys dedicat a l'ensenyament privat, guanyà al 1892 les oposicions a catedràtic d'història natural d'institut. La seua primera destinació va estar l'Institut «Jovellanos» de Gijón (Astúries), on romangué fins l'any 1903. Des d'eixe moment fins a la seua jubilació, desenvolupà la seua tasca docent a l'Institut General i Tècnic d'Alacant, ciutat on va finar el 1941 (Gómez Llueca, 1941). Com immediatament podrem veure, el seu treball científic només es pot comprendre suficientment si es vincula a la seua vocació docent.

Malgrat la seua afecció de joventut[1], és ben cert que Jiménez de Cisneros només va escometre una seriosa línia d'investigació geològica en arribar a Alacant. No se li troba, de fet, cap contribució científica prèvia, fora de dues notes poc rellevants sobre cetacis publicades durant la seua estada a Astúries. Així, doncs, els inicis dels estudis geològics del nostre personatge els hem de situar al començament de la seua maduresa, quan ja comptava amb quaranta anys. Un fet, aquest, que encara reforça més la impressió admirativa que surt de l'anàlisi de la seua producció; hem registrat, des de la data esmentada fins la seua mort, un total de 164 publicacions, la qual cosa revela una productivitat realment sorprenent, i més si ens adonem que, majoritàriament, fan referència directa a un constant treball de camp, en condicions habitualment molt dures per a un home ja gran. Després tornarem a aquestes qüestions. Ara, però, hem de referir que la major part d'aquest treball de camp l'inseria dins la seua tasca docent. En efecte, com es desprén de la lectura dels seus articles i de les memòries docents de l'Institut, Jiménez de Cisneros organitzava tots el cursos un seguit d'excursions amb els seus alumnes per diferents indrets de la província d'Alacant; en aquestes excursions, aprofitava per a fer no només un ensenyament pràctic per als seus alumnes, ans també per a escometre estudis estrictament científics dels terrenys visitats. A tall d'exemple, i per mostrar la sorprenent assiduitat amb què eixia amb els seus alumnes al camp, al curs 1906-07, primera referència que hem trobat al respecte, organitzà 24 excursions, mentre que al curs següent en foren 44 (Carpintero, 1908: 7; 1909: 83). Lògicament, tantes i tantes excursions engrossiren ràpidament els fons del gabinet d'història natural de l'Institut –gabinet, per cert, reorganitzat i modernitazt pel nouvingut catedràtic en arribar a Alacant–, alhora que permetien a Jiménez de Cisneros adquirir un coneixement ben detallat de la geologia de la província. De fet, les seues primeres publicacions, les de l'any 1903, fan referència a localitats murcianes ben conegudes per ell en raó dels seus orígens. Progressivament, però, les publicacions referides a Alacant van anar fent-se predominants, en funció del seu millor coneixement dels terrenys.

Les excursions escolars, en qualsevol cas, no sempre bastaven per als propòsits de l'entusiasta catedràtic. La seua intenció era oferir una caracterització geològica global, però bàsicament estratigràfica, del gran buit que es registrava al *Mapa Geológico de España* a les províncies de Múrcia, Alacant i part d'Almeria i Albacete; allò que Jiménez de Cisneros anomenava «el sudeste de la Península Ibérica». Lògicament, per a aconseguir aquest objectiu calia efectuar excursions de més abast geogràfic i durada que les curtes eixides escolars, normalment sempre no massa lluny de la capital provincial. Açò l' empentà a aprofitar les vacan-

[1]. A més del testimoni de Gómez Llueca, trobem al respecte la pròpia relació que ens fa Daniel Jiménez de Cisneros en un article divulgatiu publicat a la revista *Ibérica* (Jiménez de Cisneros, 1921*b*).

ces de l'estiu per a fer recerques de camp molt més perllongades. A voltes, arribà a establir-se durant moltes setmanes a algunes localitats que prenia com a base d'operacions. Aquest fou el cas del petit llogaret de l'Alguenya –avui municipi independent–, a les Valls del Vinalopó, just al costat de la ratlla de Múrcia, on romangué tot el mes d'agost i part del de setembre de 1912 per tal d'explorar amb tot detall les serres que l'envolten, i on va establir les primeres citacions del Lias (Juràssic inferior) a la província d'Alacant (Jiménez de Cisneros, 1912).

És evident que l'objectiu inicial mai no es va cobrir. De fet, exigia desenvolupar una tasca absolutament desmesurada, i més per a un científic aïllat a una ciutat encara petita i allunyada dels centres d'investigació, amb uns mitjans pobres –sense col·leccions de referència i sense una biblioteca mitjanament dotada– i gairebé sempre supeditats a l'aportació econòmica particular i pròpia. Certament, Jiménez de Cisneros tractà de superar en part aquests obstacles, i demanà pensions a la *Junta para Ampliación de Estudios*, tant per a estudis a Espanya, com la que li va permetre fer un llarg recorregut pels límits provincials d'Alacant amb Múrcia (Junta, 1912), com per a viatges científics a l'estranger, com el que va fer l'agost de 1913 per Itàlia, Suïssa i França per tal d'estudiar les faunes liàsiques i triàsiques, molt pobrament representades en aquella saó a les col·leccions del *Museo Nacional de Ciencias Naturales* de Madrid (Junta, 1914; Jiménez de Cisneros, 1915). Tot açò, juntament amb les relacions científiques que va establir amb diversos especialistes estrangers, li va permetre oferir, malgrat els entrebancs i les mancances, una obra perdurant i d'alt nivell científic.

Els estudis de Jiménez de Cisneros, a la fi, es van circumscriure bàsicament, lluny de poder abastar tot el sud-est peninsular, a la part nord-oest de la província de Múrcia –els voltants de Caravaca– i a la porció occidental de la província d'Alacant, amb l'afegit dels voltants de la capital, és a dir, les comarques de l'Alacantí, el Vinalopó Mitjà, les Valls del Vinalopó i sectors significatius de l'Alt i Baix Vinalopó i el Baix Segura. Malgrat fer sempre caracteritzacions estratigràfiques generals, hom pot apreciar com a principal línia la del reconeixement del Lias a la província d'Alacant. Tot i haver fet ja, als seus primers estudis, certes aportacions al coneixement de l'esmentada sèrie estratigràfica a la zona de Caravaca, només encetà efectivament una clara línia d'investigació al respecte quant als estudis, abans esmentats, duts a terme a les serres dels voltants de l'Alguenya i la Romana. Realment, ell ja es trobava convençut de la presència de la sèrie a eixa zona per estudis comparatius amb la província de Múrcia, on ocupava una taca de gran extensió, i per la presència generalitzada, a despit de la informació que oferien els mapes geològics, de molts horitzons juràssics a la província d'Alacant. Per això, es decidí a cercar un aflorament liàsic tot just –i ací trobem una prova de la profunditat dels coneixements de Jiménez de Cisneros– a l'exterior del sinclinal que conformaven la serra de l'Algaiat –o Argallet– i la serra del Reclot, a l'actual terme de la Romana. La previsió, efectivament, s'acomplí (Jiménez de Cisneros, 1912). Posteriorment, i amb els coneixements adquirits a l'esmentat viatge per Europa, es llançà a la recerca de nous jaciments liàssics. Entre 1916 i 1919, n'identificà un total de vint a les províncies de Múrcia i Alacant (Jiménez de Cisneros, 1920). Una nòmina, però, que anà en augment als anys següents. Del conjunt de les seues investigacions sobre la sèrie liàsica oferí un resum al XIV Congrés Geològic Internacional, celebrat a Madrid al 1926 (Jiménez de Cisneros, 1928).

Altres aportacions de primer nivell al coneixement de la geologia alacantina van ser la seua caracterització del partit judicial d'Alacant, que conformà una grossa memòria publicada pel Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Jiménez de Cisneros, 1917) i la troballa de l'important jaciment triàsic de las Espejeras, al límit dels termes d'Agost (l'Ala-

cantí) i Monforte (Vinalopó Mitjà) (Jiménez de Cisneros, 1914), avui en dia, una localitat que ha esdevingut clàssica. Per altra banda, les seues investigacions li permeteren d'establir un cert nombre d'espècies noves, fonamentalment de braquiòpodes. Ultra la consideració anecdòtica del fet –la majoria d'aquestes espècies han restat relegades a la sinonímia nomenclatural– s'ha de destacar que Jiménez de Cisneros adoptà criteris prou avançats en l'establiment de novetats taxonòmiques –així, va rebutjar el criteri de les relacions entre magnituds lineals per a certes espècies de braquiòpodes– i va fer crítiques prou fortes a la tendència generalitzada d'establir una nova espècie o varietat amb pocs individus o a penes detectada una anomalia morfològica (Jiménez de Cisneros, 1919; 1921*a*).

De tot el que hem comentat fins ara, sembla que la personalitat de Jiménez de Cisneros haguera d'haver estat referència indefugible per als estudiosos de la història de la geologia i la paleontologia contemporànies a Espanya. Una revisió historiogràfica acurada, que per raons d'espai no ens resulta possible d'oferir, ens mostraria, però, que l'interés dels especialistes s'ha centrat, fonamentalment, a les figures vinculades a les institucions madrilenyes i barcelonines esmentades al començament d'aquesta comunicació, i per això, la figura de Jiménez de Cisneros, com la d'altres geòlegs de la perifèria de l'Estat, a penes si són esmentades en algunes aproximacions globals; açò, quan no resten directament silenciades. És prou habitual presentar la situació del conreu de les disciplines geològiques –i en general, del conjunt de la història natural– a l'Espanya del període segons un esquema que presenta Madrid com a seu pràcticament excloent de la pràctica científica, tot concedint-li un paper secundari a Barcelona i deixant la resta de l'Estat com un erm on, només anecdòticament, floreixen figures, l'obra de les quals només paga la pena d'estudiar si acaben, en el curs de la seua vida científica, inserint-se al col·lectiu naturalista madrileny. Una aproximació acurada a aquestes figures perifèriques, però, ens mostra clarament la impossibilitat de mantenir el susdit esquema si volem avançar en el coneixement, tant dels desenvolupaments formals dels contiguts de les disciplines científicques, com, especialment, si el nostre propòsit es aprofundir en l'estructuració social de la práctica científica al conjunt de l'Estat.

Bibliografia

CARPINTERO Y MORENO, H. (1908), *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante durante el curso de 1906 á 1907*, Alicante, Luis Esplá.

CARPINTERO Y MORENO, H. (1909), *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante durante el curso de 1907 á 1908*, Alicante, Luis Esplá.

GÓMEZ LLUECA, F. (1941), «Necrología de D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás (1863-1941)», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 39,* 305-315.

GOZALO GUTIÉRREZ, R. (1997), «La geología española durante la Restauración». A: BLANES I NADAL, G. i GARRIGÓS I OLTRA, L. (coord.), *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (Alcoi, 13-15 desembre 1996), Alcoi-Barcelona, SCHCT, 143-152.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1912), «Noticia acerca del hallazgo del sistema Liásico en la provincia de Alicante», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 12,* 450-455.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1914), «Noticia acerca del yacimiento fosilífero del triásico

superior de las Espejeras en el término de Agost (Alicante)», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 14*, 96-100.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1915), «Resumen de los datos paleontológicos recogidos en algunos Museos de Italia, Suiza y Francia durante el mes de Agosto de 1913», *Anales de la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, 15*, 1-16.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1917), «Geología y paleontología de Alicante», *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (serie Geológica), 21,* 140 p.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1919), «Sobre la existencia en España de la *Zeilleria Hierlatzica* Opp. », *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 19*, 348-349.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1920), «Noticia acerca del encuentro de numerosos yacimientos del Liásico medio alpino en el SE. de España», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 20,* 226-236.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1921*a*), «Las especies del género *Spiriferina* del Lías medio español», *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural, tomo del L aniversario*, 487-494.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1921*b*), «Sobre preparación de fósiles», *Ibérica, 15*, 392-396.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1928), «El Lías alpino medio del SE. de España». A: *Congrès Géologique International. Comptes Rendues de la XIVème Session, en Espagne 1926,* Madrid, Gráficas Reunidas: II, 625-636

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1912), *Memoria correspondiente á los años 1910 y 1911*, Madrid, Tipografía de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1914), *Memoria correspondiente á los años 1912 y 1913*, Madrid, Tipografía de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 335-341

«LO COMPTA DE LA LUNA»: LUNARIOS MEDIEVALES

José Chabás
Universitat Pompeu Fabra. Barcelona

Palabras clave: *Astronomía, Edad Media, lunario.*

«Lo compta de la luna»: Medieval Lunaria

Summary: *Eight medieval lunaria from 13th c. to 15th c. are presented, a classification according to their contents is proposed, and both the lunar model on which they are based and the astronomical tradition on which they are inserted is explained.*

Key words: *Astronomy, Middle Age, Lunaria.*

En general, los historiadores de la astronomía han prestado poca atención a los lunarios, posiblemente por considerarlos un género menor en comparación con los tratados astronómicos y los cánones que explican la utilización de las tablas astronómicas. Y sin embargo, basta un par de datos para darse cuenta de la importancia que suponen los lunarios en la literatura astronómica: un lunario, el de Bernat de Granollachs (1485),[1] se encuentra en décimo lugar en la lista de incunables científicos más editados (Sarton, 1938); entre los impresos astronómicos publicados en el ámbito hispánico en el siglo XVII, los lunarios alcanzan un 10% en número de obras (Rosselló, 1998), y seguramente más en número de ejemplares. Pero el interés principal de los lunarios no reside tanto en cuestiones cuantitativas sino en su naturaleza de producto útil para los usuarios y en su contenido científico, en el modelo de movimiento de la Luna que subyace en sus tablas..

Durante la Edad Media los lunarios fueron básicamente listas en las que se especificaban las fechas y los instantes de las conjunciones (lunas nuevas) y/o las oposiciones (lunas llenas) sucesivas del Sol y la Luna, a lo largo de un período de tiempo determinado, en general 19 años. Normalmente las sicigias tabuladas son verdaderas, y no medias, lo cual requiere un elevado grado de conocimiento de los movimientos de los dos astros y supone, además, un gran esfuerzo de cálculo. En ocasiones, estas listas de sicigias se acompañan de otras tablas de carácter astrológico y aun de textos que explican o explotan las tablas; a partir del siglo XV, se llama también «lunario» a dichos conjuntos de tablas y textos.

1. Los lunarios de sicigias medias sirven para determinar los días de las fiestas del

[1] Para las ediciones facsímiles y comentarios, veánse Rubió (1948) y Chabás y Roca (1985).

calendario litúrgico y para abordar ciertos problemas en los que no se requiere una gran precisión, como suelen ser, por ejemplo, los relacionados con la medicina astrológica. En este tipo de lunario, los datos tabulados consecutivamente difieren entre sí en una cantidad constante, algo inferior a 29 d 12 h 45 min: el mes sinódico medio o lunación media.[2] La constatación de que 235 lunaciones abarcan prácticamente un número exacto de años (19) y, por consiguiente, casi un número entero de días (6.940) dió lugar a que durante la Edad Media se considerase el período de 19 años como un ciclo útil para fines calendáricos, en el que se acoplaban suficientemente bien los movimientos del Sol y de la Luna.

Un buen ejemplo de lunario de sicigias medias se encuentra en el manuscrito 2910-20 de la Biblioteca Real de Bruselas, descrito por Calcoen (1965: I, 55). En el f. 101 de este códice latino del siglo XIII hay una serie de tablas de conjunciones medias para los años 1270 a 1278 (sólo hasta el mes de abril). Los años empiezan en enero y para cada una de ellas se especifica el mes, el día del mes, el día de la semana, la hora y los «puntos de hora» (1 h = 1080 p). Este submúltiplo de la hora es una unidad habitualmente utilizada por los astrónomos judíos en relación con su calendario y se denomina *ḥeleq* (plural, *ḥelaqim*). El día de la semana viene dado por un número entero, del 1 al 7 (domingo = 1). Es fácil comprobar que la diferencia constante entre dos conjunciones sucesivas cualesquiera es 29 d 12 h 793 p, valor que viene dado en la forma tradicionalmente utilizada por los astrónomos judíos y que coincide con el que aparece en el *Almagesto* de Ptolomeo para la duración del mes sinódico medio. Este hecho da una idea clara de la procedencia de este lunario: la tradición calendárica judía. Es más, el instante de la primera conjunción media tabulada (23 de enero de 1270, a las 19 h 849 p) puede deducirse también de cualquier tabla de cómputo calendárico judío. Para ello basta tener en cuenta que la conjunción media de enero de 1270 se produjo 5029 años y 5 meses después de la Creación, según el calendario judío; el acuerdo entre el resultado del cálculo y el valor tabulado es total.[3]

En el manuscrito K-II-7 de la Biblioteca del Escorial se conserva otro lunario de conjunciones medias, éste del siglo XIV (Antolín, 1910-1923). Cubre los períodos de enero de 1355 a junio de 1381 (ff. 36r-38v) y de marzo de 1386 a diciembre de 1400 (ff. 32r-33v); faltan, pues, casi cinco años y los folios están mal compaginados. Los datos de las conjunciones no se presentan en forma tabular sino que cada una de ellas ocupa una línea, en la que figura el día de la semana, el día del mes, el mes, la hora y los «puntos de hora». Una característica de este lunario es la doble contabilidad de los años: antes de la primera conjunción de enero de cada año, se escribe sistemáticamente «*circulus lune*», seguido del número del año en el ciclo de 19 años; en torno al 21 de marzo se intercala «*Anno Domini*», seguido del número del año desde la Encarnación. Como en el caso del lunario conservado en Bruselas, la diferencia constante entre dos conjunciones sucesivas cualesquiera es 29 d 12 h 793 p (salvo en contados casos), señal de que también este lunario se inscribe en la tradición calendárica judía.

[2] Este valor del mes sinódico medio es bien conocido desde la antigüedad: fue utilizado por Ptolomeo en su *Almagesto*, pero se encuentra ya en el sistema B babilónico (Neugebauer, 1975: I, 483).

[3] Véanse, por ejemplo, las tablas de Abraham bar Ḥiyya. Agradezco a B. R. Goldstein (Pittsburgh) la consulta de dichas tablas y la realización del correspondiente cálculo.

2. Por su parte, los lunarios de sicigias verdaderas permiten conocer de antemano cuándo se producen ciertas posiciones relativas de la Luna y el Sol a las que la tradición asigna un valor astrológico o que son significativas para el cálculo preciso de horóscopos, la previsión de eclipses o la determinación de las fiestas del calendario litúrgico.

A este tipo de lunario corresponde el de Bernat de Granollachs, ya mencionado. Fue publicado por primera vez en 1485 en catalán y en latín y alcanzó una gran difusión durante los siglos XV y XVI. Hemos podido establecer (Chabás y Roca, 1998) que todos los datos sobre sicigias y eclipses del *Lunari* de Granollachs tienen un antecesor directo en la tablas de Jacob ben David Bonjorn (1361), calculadas para la ciudad de Perpiñán y basadas a su vez en las de Levi ben Gerson.[4]

Hemos localizado otros dos lunarios de este tipo, ambos del siglo XV, uno en castellano, de la primera mitad del siglo, y otro en latín, de la segunda mitad. Sus formas de presentar los datos difieren entre sí, así como de la del *Lunari* de Granollachs, pero, como veremos, los tres lunarios guardan una estrecha relación.

En los ff. 229v-230r del manuscrito 115 de la Catedral de Segovia[5] se encuentra un lunario, con los nombres de los meses en castellano, que abarca el período 1431-1460. Sólo se tabulan conjunciones verdaderas, hasta un total de 371. Para cada una de ellas se especifica el día del mes, el día de la semana, la hora y los minutos. Hemos recalculado las 371 conjunciones de este lunario, utilizando para ello las tablas de Jacob ben David Bonjorn, y una diferencia de longitudes de 31 min entre Perpiñán y el lugar para el que fue calculado. Los resultados obtenidos coinciden en un 54% de los casos con los valores tabulados, y en un 74% sólo difieren como máximo en ±1 min. Así pues, todo indica que este lunario fue calculado a partir de las tablas de Bonjorn y, por tanto, compartiría su origen con el de Granollachs.

En el Cuadro 1 se reproduce la información correspondiente al primer año de este lunario. (La columna T-C es la diferencia, en minutos, entre los valores del texto y los calculados.)

Cuadro 1: Ms. 115, Catedral de Segovia (f. 229v)

	Mes	*Día/m*	*Día/s*	*Hora*	*Min*	*T-C*
1431	1	13	7	14	47	0
	2	12	2	0	53	1
	3	13	3	10	21	11
	4	11	4	1	4	–1080
	5	11	6	4	17	0
	6	9	7	14	40	10
	7	9	2	2	16	0
	8	7	3	15	54	–11
	9	6	5	8	0	0
	10	6	7	1	29	–1
	11	4	1	3	26	–960
	12	4	3	12	35	4

[4] Sobre Jacob ben David Bonjorn, véase Chabás (1992); sobre Levi ben Gerson, véase Goldstein (1985).

[5] Sobre este complejo manuscrito, véase Beaujouan (1968).

El manuscrito latino &-IV-19 de la Biblioteca del Monasterio del Escorial es un códice misceláneo del siglo XV de 112 folios (Antolín, 1910-1923). En los folios 32v-40v se encuentra el texto latino de los cánones de las tablas de Jacob ben David Bonjorn; las tablas correspondientes van desde el f. 87 hasta el final. Después de los cánones hay un lunario (ff. 44v-48v) que también se presenta en forma de texto y no de tabla y abarca 36 años (1480-1515). Para cada año se especifican sólo las conjunciones verdaderas, indicándose en cada caso el mes, el día y la hora (no se dan los minutos). La primera conjunción es la del 11 de marzo de 1480, a las 5 h. Pese a la escasa precisión del instante de la conjunción (sólo la hora), la gran variabilidad de la duración del mes sinódico autoriza a afirmar que se trata realmente de conjunciones verdaderas. En cambio, no es posible precisar la procedencia de estos datos, pues cualquier conjunto de tablas astronómicas en uso durante el siglo XV proporcionaba, en principio con acierto, la hora de la conjunción verdadera. Sin embargo, por los textos que se encuentran en el manuscrito, este lunario parece estar también asociado a las tablas de Bonjorn, como ocurre con otros lunarios citados anteriormente.

3. Existe otro tipo de lunario en el que los instantes tabulados no corresponden ni a sicigias verdaderas ni a sicigias medias. Hemos localizado un lunario de este tipo en tres códices. Cubre un ciclo de 19 años, pero, como veremos, no refleja el movimiento observable de la Luna y en su elaboración parece haberse renunciado a hacerlo.

De los tres códices, dos están escritos en catalán (ms. 68, Biblioteca de la Universidad de Barcelona y ms. 216, Biblioteca de la Universidad de Valencia) y otro en castellano (ms. L-I-27, Biblioteca del Escorial).

El manuscrito barcelonés, del siglo XV, ha sido descrito extensamente por Miquel Rosell (1958: I, 71-76). En los ff. 89-103 hay un breve texto introductorio «qui parla de tot lo cos de la luna», seguido del lunario, compuesto por 19 tablas anuales, al que se designa por «lo compta de la luna» (f. 100v). En el texto se señala que «aqui tu troberas lo mes he lo dia he les hores e los punts ques girera la luna» (f. 90v). Así pues, se trata de conjunciones («girants» en la terminología medieval catalana).

Del manuscrito misceláneo valenciano, Millás y Faraudo (1949) hicieron una descripción parcial, ampliada por Faraudo (1950) en un artículo en el que reproducía las 19 tablas anuales del lunario.

En el manuscrito escurialense el lunario ocupa los ff. 42r-46v. En un brevísimo texto explicativo a continuación (f. 47r) se afirma que «va aquesti co[n]to .xix. [años]» y se hace la aclaración: «Et sepias que en aq[ue]lla ora ha .M.LXXX. p[un]ctos». Volvemos a encontrar aquí el *ḥeleq*, la unidad utilizada por los astrónomos judíos. Tampoco aquí se da ninguna información concreta sobre los años para los que tiene validez este lunario.

En el Cuadro 2 hemos transcrito los datos correspondientes al primer año de este lunario, a partir de los tres manuscritos, pero tomando como base el escurialense. Los manuscritos de Barcelona y Valencia se designan por B y V, respectivamente; las letras D, H y P significan días, horas y puntos, respectivamente. Las columnas de los días y las horas son ilegibles en B para los dos primeros años.

Cuadro 2: Ms. L-1-27, Biblioteca del Escorial (f. 42r)

	Mes	*Día*	*Hora*	*Puntos*		
I	1	20	4	0		
	2	18	10	170		B,V(P)=180
	3	19	23	103		
	4	18	12	52	V(H)=20	
	5	18	7	216	V(H)=0	
	6	16	13	165		B(P)=265
	7	16	2	104		
	8	14	15	43		
	9	13	3	217		
	10	12	16	156		B(P)=138
	11	11	5	45		B(P)=25
	12	10	13	12	V(H)=7	B(P)=23

Los tres lunarios empiezan en enero y contienen la misma información: para cada conjunción se especifican el año, el mes, el día, la hora y los «puntos de hora». A cada año se le asigna un número comprendido entre 1 y 19, pero sin indicar a qué año de nuestra era corresponde cada tabla. A primera vista puede parecer que los datos de este lunario tienen una gran precisión, pues 1 «punto» equivale a algo más de 3 segundos, pero no es así. En efecto, al calcular las diferencias consecutivas entre los valores tabulados para obtener las sucesivas lunaciones, se constata que la columna correspondiente a los «puntos» carece totalmente de sentido y que dichos «puntos» no añaden nada a la precisión de la duración de las lunaciones. Es más, al cotejar los valores de esta columna para los 19 años en los tres manuscritos, se observa que discrepan entre sí mucho más de lo que podría explicarse por simples errores de copia. Así, los manuscritos de Barcelona y Valencia difieren del manuscrito del Escorial en 117 y 113 ocasiones, respectivamente, de un total de 235, si bien los dos manuscritos en catalán concuerdan entre sí más de 200 veces. Todo apunta, por tanto, a pensar en la existencia de dos tradiciones escritas distintas (la de los dos manuscritos catalanes, por un lado, y la del manuscrito escurialense, por otro) que se fueron alejando más o menos rápidamente del original hasta convertir la columna de los «puntos» en algo inservible. Por tanto, la precisión de los datos de este lunario, tal como fue copiado en estos manuscritos y utilizado por sus poseedores, no va más allá de la hora. En cambio, las columnas correspondientes a los meses, días y horas presentan tasas de error que pueden considerarse normales, inferiores al 10%.

Sin embargo, lo que más llama la atención en este lunario es que no hay un solo año bisiesto en el período de 19 años que abarca. Como consecuencia, el lunario va perdiendo progresivamente hasta 5 días en 19 años y, por tanto, lo único que se consigue es que deje de proporcionar las fechas adecuadas de las conjunciones. La forma de eliminar los días adicionales de los años bisiestos, sin reducir por ello el número de lunaciones del ciclo, consiste en acortar sistemáticamente en 6 horas las 19 lunaciones que finalizan en febrero y asignarles una duración de 29 d 6 h ó 29 d 7 h, con lo cual el lunario se aparta aún más del movimiento real de la Luna. Y sin embargo, en el lunario, se ha querido compaginar ese «ciclo corto» de sólo 6.935 días con exactamente las 235 lunaciones que componen el ciclo tradicional de 19

años: en efecto, si se añade una lunación de 29 d 13 h al instante de la última conjunción tabulada (21 de diciembre del año 19, a las 15 h), se obtiene el instante de la primera conjunción del siguiente ciclo: 20 de enero, a las 4 h, que difiere en exactamente 19 años del instante de la primera conjunción tabulada.

Para comprimir esas 235 lunaciones en 19 años menos 5 días, en el lunario se recurre a diversos ajustes. Por un lado, se alterna una lunación de 29 d 12 h cada tres lunaciones de 29 d 13 h, para que la lunación media a lo largo de un período de cuatro meses sinódicos sea de 29 d 12;45 h y, por tanto, se parezca a la duración del mes sinódico medio heredada de la tradición. Por otro, a cada seis períodos de cuatro meses sinódicos se añade un séptimo período, más corto, compuesto por sólo tres lunaciones (una de 29 d 12 h y sólo dos de 29 d 13 h), para que el mes sinódico medio resultante se aproxime todavía más al valor aceptado desde la antigüedad.

En definitiva, lo que este lunario refleja no es el movimiento real de la Luna, con su secuencia regular de sicigias, sino únicamente un aspecto muy parcial e insuficiente que, eso sí, se ajusta bien a un aspecto de la tradición heredada: la equivalencia entre un número determinado de lunaciones y un número determinado de años solares. Este tipo de lunario constituye un ejemplo más, en el campo de la astronomía medieval, de la prevalencia de lo heredado sobre lo real, de la tradición escrita sobre lo observable.

Los ocho lunarios, en su mayoría inéditos, de los siglos XIII al XV, que hemos presentado y clasificado aquí, y a los que habría que añadir muchos otros que todavía no han sido objeto de estudio, constituyen un género propio dentro de la actividad astronómica de esa época. Un género que no finaliza con la aparición de la imprenta, sino que durante varios siglos se servirá de ésta para llegar a un público todavía más amplio.

Bibliografía

ANTOLÍN, G. (1910-1923), *Catálogo de los códices latinos de la Real Biblioteca del Escorial*, 5 vol., Madrid.

BEAUJOUAN, G. (1968), «Manuscrits scientifiques médiévaux de la cathédrale de Ségovie», *Actes du XIème Congrès international d'histoire des sciences*, vol. 3., Varsovia: Ossolineum.

CALCOEN, R. (1965), *Inventaire des manuscrits scientifiques de la Bibliothèque Royale de Belgique*, Bruselas.

CHABÁS, J. (1992), con la colaboración de A. Roca y X. Rodríguez, *L'astronomia de Jacob ben David Bonjorn*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.

CHABÁS, J.; ROCA, A. (1985), *El «Lunari» de Bernat de Granollachs. Alguns aspectes de la història de l'astronomia a la Catalunya del Quatre-cents,* Barcelona, Fundació Salvador Vives i Casajuana.

CHABÁS, J.; ROCA, A. (1998), «Early printing of Astronomy: The *Lunari* of Bernat de Granollachs», *Centaurus*, *40*, 124-134.

FARAUDO DE SAINT-GERMAIN, L. (1950), «Un lunario valenciano cuatrocentista», *Boletín de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona*, *23*, 9-48.

GOLDSTEIN, B. R. (1985), *The Astronomy of Levi ben Gerson (1288-1344),* Nueva York-Berlín, Springer Verlag.

MILLÀS VALLICROSA, J. M.; FARAUDO DE SAINT-GERMAIN, Ll. (1949), «Textos astronòmics en un manuscrit català medieval», *Boletín de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona*, *21*, 143-162.

MIQUEL ROSELL, F. (1958), *Inventario general de manuscritos de la Biblioteca Universitaria de Barcelona,* Madrid, Direcciones generales de enseñanza universitaria y de archivos y bibliotecas.

NEUGEBAUER, O. (1975), *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Berlín-Nueva York, Springer Verlag.

ROSSELLÓ, V. (1998), *Tradició i canvi científic en l'astronomia espanyola del segle XVII.* Tesi doctoral, Universitat de València.

RUBIÓ I BALAGUER, J. (1948), *El «Lunari» de Bernat de Granollachs,* Barcelona, Les Belles Edicions.

SARTON, G. (1938), «The Scientific Literature transmitted through the Incunabula», *Osiris*, *V*, 40-245.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 343-350

ANÁLISIS INTERNO DE LA EVOLUCIÓN DEL LIBRO DE TEXTO *LECCIONES DE GEOMETRÍA ANALÍTICA*, DE SANTIAGO MUNDI Y GIRÓ

José Javier Escribano Benito; Luis Español González
IES Valle del Cidacos de Calahorra; Universidad de la Rioja

Palabras clave: *S. Mundi, siglo XIX, siglo XX, Geometría Analítica, España.*

A deep Analisys of the Evolution of *Lecciones de geometría analítica*, a Text by Santiago Mundi y Giró

Summary: *The analysis is carried out by taking at starting point the Programa (1880) defended by Mundi in his competitive examination. Although Lecciones first edition dates from 1883, it is necessary to wait for the second one (1893) in order to find a development in line with this* Programa. *The third edition keeps virtually the same structure but some important innovations have been introduced on the concepts.*

Key words: *S. Mundi, 19th Century, 20th Century, Analytic Geometry, Spain.*

1. Introducción

Santiago Mundi y Giró (1842-1915) ha sido estudiado en anteriores *Trobades* de forma tangencial por Serrat, Nuñez y Montanuy (1997) y con detalle por Llombart (1997). El objetivo de esta comunicación es continuar el trabajo de este ultimo aportando un análisis de la obra más significativa del autor: *Lecciones de Geometría analítica* (1883, 1893, 1904) tomando como punto de partida el *Programa razonado de Geometría Analítica* (1880) que Mundi defendió en sus oposiciones[1].

La obra de Mundi representa un eslabón entre los textos de geometría métrica de Cortázar (1855) y Sánchez Solís (1883), y el *Tratado* de Vegas (1906) donde la geometría métrica aparece como un caso particular de la geometría proyectiva. Así, en las Lecciones de Mundi se aprecia, a lo largo de sus tres ediciones, un avance continuado hacia la geometría proyectiva pero sin llegar a dar una formulación explícita de la misma.

[1]. Agradecemos al profesor José Llombart el habernos suministrado una copia de este documento inédito.

2. El *Programa razonado* y las *Lecciones* de Mundi

El *Programa razonado* propuesto por Mundi supone una clara apuesta por la modernización de la enseñanza de la geometría analítica mediante la inclusión de conceptos y métodos de la geometría proyectiva. Aunque la primera edición de las *Lecciones* data de 1883, es necesario esperar hasta la segunda, 1893, para encontrar un desarrollo que se ajuste al mencionado *Programa.* La tercera edición de 1904 mantiene prácticamente la misma estructura que la anterior pero, en la introducción de los conceptos, se observan importantes novedades que reflejan cómo mejora, con el ejercicio de la cátedra, el conocimiento que el autor posee de la geometría analítica del siglo XIX, especialmente en el tema de las transformaciones y en el tratamiento de aspectos métricos con método proyectivo. Junto con las coordenadas cartesianas (oblicuas y rectangulares) y las polares (esféricas en el espacio), el autor considera también las triangulares (tetraédricas) y las tangenciales pero tan sólo como un artificio para simplificar las expresiones, sin llegar a una introducción sistemática de tipo proyectivo. Se declara seguidor de Painvin (*Géométrie analytique*), si bien pretende introducir los diferentes tipos de coordenadas a medida que estas sean necesarias y no al principio de la teoría como hace el citado autor. El *Programa* no recoge las coordenadas homogéneas, más adecuadas para tratar los problemas proyectivos. Mundi introduce estas coordenadas en la tercera edición (1904) de sus *Lecciones.*

Otro aspecto importante es el empleo de los elementos imaginarios. La introducción de estos conceptos en las *Lecciones* supone un avance respecto de los textos de Córtazar o Sánchez Solís, pero la utilización que de los mismos realiza es muy limitada.

Las lecciones 11 (Transversales), 12 (Razón armónica) y 13 (Homografía. Involución) están dedicadas al estudio de propiedades de tipo proyectivo (incidencia de rectas, colineación de puntos) pero no son propiamente de geometría proyectiva. Sobre el origen histórico de estos temas, Mundi cita a Desargues, Pascal, Carnot (*Geometría de la posición*), Pappus, Pascal, Simpson, Brianchon, Poncelet y Chasles.

Introduce una sección dedicada a la circunferencia (esfera) con la idea de generalizar sus propiedades, a la manera de Poncelet, en el estudio de las cónicas (superficies de 2º orden). En todo caso, la materialización de esta idea en la 2ª y 3ª edición (en la 1ª la circunferencia surge como un caso particular de la elipse) no pasa de ser un mero recurso didáctico para habituar al alumno con un caso particular antes de proceder a un estudio más general.

Una buena parte del *Programa* (20 lecciones) está dedicada al estudio de las cónicas consideradas como secciones de un cono y como ecuaciones de 2º grado. Sigue, por tanto, el mismo planteamiento que Córtazar pero en la introducción de los elementos notables encontramos cambios importantes que muestran la evolución del autor, como se puede observar en el cuadro siguiente:

Concepto	*Lecciones* , 1ª ed. (1883)	*Lecciones,* 2ª ed, (1993), 3ª ed. (1904)
Centro	Punto que divide por la mitad todas las cuerdas que pasan por él.	Polo de la recta que está situada en el infinito.
Diámetro	Lugar geométrico de los puntos medios de un sistema de cuerdas paralelas.	A toda polar de un punto que esta situado en el infinito.
Tangente	Es el límite de posición de una secante que gira alrededor de sus puntos de intersección hasta que un segundo punto de intersección está a una distancia infinitamente pequeña del primero.	
Asíntota	Es la recta que puede acercarse indefinidamente a una rama infinita de modo que la distancia de los puntos de la curva a la asíntota llegue a ser menor que una cantidad asignable por pequeña que esta sea.	Se llama asíntota a una curva a toda tangente cuyo punto de contacto está en el infinito. Éste puede considerarse como punto doble, en la intersección de la asíntota con la curva.
Polo y polar	Polar es el lugar geométrico de los puntos armónicos conjugados de un punto llamado polo respecto de la intersección de la curva con todas las secantes que parten del polo.	
Foco	Un punto situado en el plano cuya distancia a otro cualquiera de la curva, es función racional de primer grado de las coordenadas de ese punto.	Es todo punto para el cual las rectas conjugadas respecto a la cónica son todas perpendiculares entre sí.
Directriz	La recta que viene representa por la función anterior igualada a cero.	La polar de un foco.

La última sección de cada una de las partes (plano y espacio) está dedicada al estudio de diversas propiedades agrupadas bajo el epígrafe de «Teorías generales». Entre éstas, Mundi concede gran importancia a las «anotaciones abreviadas» (notación abreviada de Plücker) que permiten «simplificar los cálculos algebraicos y facilitar las demostraciones», y al concepto de transformación en el plano y en el espacio. Los cambios atañen a los contenidos (véase los cuadros que se insertan posteriormente), que se amplían considerablemente, y a la presentación de los mismos, que se vuelve más sintetizada y ordenada de lo general a lo particular.

3. Metodología

Desde el punto de vista didáctico las *Lecciones* constituyen un texto claro, bien estructurado, más moderno que los de Cortázar y Sánchez Solís y más asequible para alumnos y profesores que el *Tratado* de Vegas. Esto justificaría el gran éxito de la obra, que fue adoptada como libro de texto en numerosas facultades y escuelas superiores de España e Hispanoamérica.

El autor supone que los alumnos dominan las teorías auxiliares para el estudio de la

analítica: determinantes (hace un uso continuado para simplificar las expresiones), teoría de proyecciones en el plano y las transformaciones de las series de fracciones iguales. En el desarrollo está también implícito que el alumno dispone de unos conocimientos de geometría sintética adquiridos en la asignatura de *Geometría*.

En su *Programa* introduce diversas justificaciones –no todas acertadas– de tipo histórico, en ellas parece observarse una mayor precisión en la geometría sintética que en la analítica y en los avances del primer tercio del siglo XIX que en los posteriores. A lo largo del programa se cita a Chasles, sin precisar la obra, en diversas ocasiones y, de hecho, parece clara la influencia de su *Aperçu historique* (1837).

Concede gran importancia a la resolución de problemas y utiliza una metodología diferente en el plano y en el espacio. En el plano realiza los cálculos a la vista de los alumnos, en el espacio los escribe con antelación en el encerado, resaltando así la importancia de la explicación frente al mecanismo algorítmico. Aunque Mundi considera este método una «innovación», su empleo venía siendo habitual en las Academias Militares (Velamazán 1991: 1310). En realidad las diferencias van más allá de los métodos seguidos en las exposición de los conceptos, como puede comprobarse en el tratamiento de las cónicas y de las cuádricas.

Los exámenes de la asignatura se ajustaban a un cuestionario editado con anterioridad. Así, el editado en 1884 (Mundi 1884) recogía 84 preguntas de examen cada una de la cuales constaba de tres partes: una cuestión de analítica plana, otra del espacio y un problema «fácil».

Bibliografía

CHASLES, M. (1837), *Aperçu historique sur l'origine et développement des méthodes en Géométrie*, Bruxelles, Hayez.

CORTÁZAR, J. (1855), *Tratado de Geometría analítica*, Madrid, Agustín Espinosa.

LLOMBART, J. (1997), «La oposición a la Cátedra de Geometría Analítica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona (1881). Cronología Biográfico-Científica de Santiago Mundi (1842-1915)». En: *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica. (Alcoi-Barcelona, SCHCT, 1997)*, 553-561.

MUNDI, S. (1880), *Programa razonado de Geometría Analítica*. Programa presentado para participar en las oposiciones a la cátedra de Geometría Analítica de la Universidad de Barcelona. Manuscrito fechado a 31-08-1880, 58 p.

(1883), *Lecciones de Geometría analítica*, Barcelona, Tipografía «La Academia».

(1893), *Lecciones de Geometría analítica*, 2a. ed., Barcelona, Establecimiento Tipográfico de la Casa P. de Caridad.

(1894), *Asignatura de Geometría Analítica. Cuestionario de examen*, Barcelona, Establecimiento Tipográfico de la Casa P. de Caridad.

(1904), *Lecciones de Geometría analítica*, 3a. ed, Barcelona.

SÁNCHEZ SOLÍS, I. (1883), *Geometría analítica. Programa y resumen de las lecciones explicadas en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central*, Madrid, G. Juste.

SERRAT, J.; NUÑEZ, J. M.; MONTANUY, M. (1994), «La Geometría en las instituciones catalanas del siglo XIX: La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona». En: J. M. Camarasa; H. Mielgo; A. Roca (coord.), *Actes de les I Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. SCHCT, Barcelona.

VEGAS, M. (1906), *Tratado de Geometría*, Tomo I, 2a. edición, Madrid.
VELAMAZAN, M. A.; AUSEJO, E. (1991), «La enseñanza de las Matemáticas en la Academia de Ingenieros en España en el siglo XIX». En: M. Valera; C. López (eds.), *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de la Técnicas*, Murcia, Promociones y Publicaciones Universitarias, vol. 2, 1307-1317.

Anexo: Contenidos de las Lecciones de Geometría Analítica (1883; 1893; 1904)

1883	1893	1904	1ª Ed.	2ª Ed.	3ª Ed.
			ANÁLISIS DETERMINADO		
	I			HOMOGENEIDAD	
	II			CONSTRUCCIÓN DE EXPRESIONES ALGEBRAICAS	
	III			RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS GEOMÉTRICOS	
			GEOMETRÍA ANALÍTICA PLANA		
I	IV	I	DEL PUNTO	COORDENADAS CARTESIANAS DEL PUNTO	
	VI	III		TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS	
II	VII	IV	DE LA LÍNEA RECTA	ECUACIÓN DE PRIMER GRADO EN COORDENADAS CARTESIANAS	
	V	II		REPRESENTACIÓN DE LUGARES GEOMÉTRICOS POR ECUACIONES	
IIII	VIII	V	SISTEMA DE COORDENADAS DIFERENTES DEL CARTESIANO I.- Coordenadas polares II.- Coordenadas tangenciales III.- Coordenadas trilineales	DE LA LÍNEA RECTA EN COORDENADAS POLARES	
	IX	VI		DE LA LÍNEA RECTA EN COORDENADAS TRILINEALES	
	X	VII		COORDENADAS TANGENCIALES. LEY DE LA DUALIDAD	
IV	XI	VIII	TEORÍAS SUPERIORES DE LA RECTA	PROPIEDADES PROYECTIVAS	
V	XIV	XI	DISCUSIÓN DE LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO	DISCUSIÓN DE LA ECUACIÓN CARTESIANA DE SEGUNDO GRADO	
VI	XV	XII	TEORÍAS GENERALES I,- Centro II.- Diámetros III.-Tangentes IV.- Polo y polar V.- Asíntotas	SECCIONES CÓNICAS. TEORÍAS GENERALES I.- Tangentes y normal II.- Polo y polar III.- Centro IV.- Diámetros V.- Asíntotas VI.- Focos	

VII	XVI	XIII	REDUCCIÓN DE LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO		
VIII			ELIPSE E HIPÉRBOLE I.- Elipse II.- Hipérbole III.- Diámetros conjugados		
IIX			FOCOS Y DIRECTRICES		
XX			DE LA PARÁBOLA		
	XII	IX		DE LA CIRCUNFERENCIA I.- Coordenadas cartesianas y polares II.- Coordenadas trilineales III.- Coordenadas tangenciales	
	XIII	X		SISTEMAS DE CÍRCULOS I.- Ejes radicales II.- Centros de semejanza	
	XVII	XIV		PROPIEDADES PRINCIPALES DE LAS CÓNICAS I.- Forma de las cónicas. -I II.- Focos y directrices -IIII III.- Construcción de las cónicas -IV IV.-Tangente y normal -II V.- Diámetros -VI Círculos focales -V VI.- Teorías complementarias	
XI	XVIII	XV	COORDENADAS TRILINEALES Y TANGENCIALES DE LAS CÓNICAS	COORDENADAS TRILINEALES Y TANGENCIALES DE LAS CÓNICAS I.- Coordenadas trilineales II.- Coordenadas tangenciales III.- Teoremas notables	
XII	XIX	XVII	TRANSFORMACIÓN DE FIGURAS I.- Figuras homotéticas II.- Transformación correlativa III.- Homografia IV.- Homología	I.- Homotecia II.- Transformación correlativa III.- Homografía IV.- V.- Curvas inversas	I.- Homografía II.- Afinidad III.- Semejanza IV.- Homología V.- Formas involutivas VI.- Figuras correlativas VII.- Figuras polares VIII.- Curvas inversas
XIII	XX	XVI	CURVAS DE ORDEN m		
GEOMETRÍA ANALÍTICA DEL ESPACIO					
	XXI			TEORÍA DE LAS PROYECCIONES I.- Proyección sobre un eje II.- Proyección sobre un plano	
XIV	XXII	XVIII	DEL PUNTO EN EL ESPACIO I.- Coordenadas rectilíneas II.- Interpretación de ecuaciones III.- Coordenadas polares o esféricas IV.- Transformación de coordenadas V.- Clasificación de superficies		

XV	XXIII	XIX	RECTAS Y PLANOS I.- Problemas sobre la recta II.- Problemas sobre el plano III.- Menores distancias		
XVI	XXIV	XX	ECUACIONES DE PRIMER GRADO EN COORDENADAS TETRAÉDRICAS Y TANGENCIALES I.- Coordenadas tangenciales II.- Propiedades proyectivas III.- Coordenadas tetraédricas	COORDENADAS TETRAÉDRICAS Y TANGENCIALES I.- Coordenadas tetraédricas II.- Coordenadas tangenciales III.- Propiedades proyectivas	
	XXV	XXI		DE LA ESFERA	
XVII	XXVI	XXII	TEORÍAS DEL CENTRO Y DE LOS PLANOS DIAMETRALES EN LAS SUPERFICIES DE 2ºORDEN I.- Centro II.- Planos diametrales y diámetros III.- Planos principales	SUPERFICIES DE SEGUNDO ORDEN I.- Contacto y polaridad II.- Centro III.- Planos diametrales y diámetros IV.- Planos principales	
XVIII	XX VII	XXIII	CLASIFICACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE SEGUNDO ORDEN		
XIX	XXVI II	XXIV	FORMA DE LAS SUPERFICIES DE SEGUNDO ORDEN I.- Elipsoide II.- Hiperboloide de una hoja III.- Hiperboloide de dos hojas IV.- Paraboloide elíptico V.- Paraboloide hiperbólico VI.- Secciones cíclicas		
XX			GENERATRICES RECTILÍNEAS I.- Hiperboloide de una hoja II.- Paraboloide hiperbólico		
XXI			CONTACTO Y POLARIDAD EN LAS SUPERFICIES DE SEGUNDO ORDEN		
XXII	XXXI		INTERSECCIÓN DE SUPERFICIES DE SEGUNDO ORDEN I.- Homotecia y semejanza II.- Intersección	DETERMINACIÓN, INTERSECCIÓN Y SEMEJANZA DE LAS SUPERFICIES DE 2º ORDEN I.- Determinación II.- Homotecia y semejanza III.- Intersección	
	XXIX	XXV		PROPIEDADES DE LAS SUPERFICIES DE 2º ORDEN Coordenadas tangenciales -I I.- Secciones cíclicas -II II.- Generatrices rectilíneas del hiperboloide -III III.- Generatrices rectilíneas del paraboloide -IV IV.- Plano tangente y normal -V V.- Plano diametral y diámetro -VI	

XXIII	XXX II	XXVI	GENERACIÓN DE SUPERFICIES I.- Superficies en general II.- Superficie cilíndrica III.- Superficie cónica IV.- Superficies conoides V.- Superficies de revolución	GENERACIÓN DE SUPERFICIES I.- Superficies en general II.- Superficies desarrollables III.- Superficies alabeadas
XXIV	XXX		LEY DE LA DUALIDAD EN LAS SUPERFICIES DE SEGUNDO ORDEN I.- Coordenadas tangenciales -II II.- Coordenadas tetraédricas -I Tetraedros notables -III	
XXV	XXX III	XXV III	TRANSFORMACIÓN DE SUPERFICIES I.- Figuras polares y recíprocas II.- Transformación homográfica III.- Transformación homológica	T. DE FIGURAS I. -Homografía II.- Afinidad III.- Semejanza IV.- Homología V.- Formas involutivas VI.- Figuras correlativas VII.- Figuras polares

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 351-357

LA INFLUENCIA DE LA MEDICINA FRANCESA EN LA TERAPÉUTICA FARMACOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX

José L. Fresquet Febrer
Departament d'Història de la Ciència i Documentació. Universitat de València

Palabras clave: *Terapéutica farmacológica, España, siglo XIX*

The influence of French medicine over spanish pharmacological therapeutics during the first half of 19th century

Summary: *This paper is intended to show the influence of French medicine over spanish pharmacological Therapeutics during the first half of 19th century, through the study of translated works. As it reveals, all at those times outstanding currents in France penetrated in the spanish medical environment.*

Key words: *Pharmacological therapeutics, Spain, 19th century*

En nuestros trabajos anteriores sobre el tema[1] hemos considerado que, a principios del siglo XIX, la terapéutica farmacológica disfrutaba todavía en España de la influencia y pujanza de la ciencia de la Ilustración. Los nuevos planes de estudios redactados a finales del XVIII preveían la inclusión de la química y física experimentales, la botánica, la historia natural, así como la creación de gabinetes de materia médica y de laboratorios en facultades y colegios. El caso de Valencia con el nuevo plan del rector Blasco, por ejemplo, es muy ilustrativo[2].

La actividad llevada a cabo en ésta época, que puede calificarse de renovadora, quedó frustrada con la crisis general que sufrió España en esos momentos y que se manifestó de forma dramática durante la Guerra de la Independencia y el reinado de Fernando VII. La contienda significó un factor importante de degradación, no tanto por lo que se refiere a su acción destructiva sino por la situación de ruina económica y de desorganización social en la que quedó sumido nuestro país. El exilio de afrancesados y de liberales tuvo enormes consecuencias y los científicos que quedaron fueron convirtiéndose en unos inadaptados sociales.

[1] Fresquet (1978), (1986) y (1988)

[2] Fresquet (1988)

Muchos jardines botánicos y laboratorios paralizaron o disminuyeron su actividad. Se cerraron numerosos centros académicos y las constantes reformas de los planes acabaron por llevar a la enseñanza de la medicina un paso hacia atrás[3].

El panorama en Europa era, sin embargo, muy distinto. A lo largo de estos años fue cuajando la mentalidad antisistemática que supuso el comienzo de la nueva medicina contemporánea. La Francia post-revolucionaria jugó un papel primordial en todos estos acontecimiento, especialmente durante la primera mitad de siglo[4].

A pesar de que, como hemos dicho, la actividad científica en España cesó casi por completo, la influencia de lo que acontecía en esos momentos en Francia llegó a nuestra medicina. Este hecho puede comprobarse de distintas maneras; en esta ocasión hemos recurrido al estudio de los libros sobre terapéutica farmacológica que se tradujeron al castellano a lo largo de la primera mitad del siglo XIX.

En Francia, especialmente entre 1794 y 1848, las nuevas estructuras políticas, sociales y económicas posibilitaron las condiciones adecuadas para romper con la tradición médica. Recordemos que la enseñanza, la profesión y la asistencia se organizaron sobre bases completamente diferentes; se acabó con la separación medicina-cirugía, se potenció y desarrolló la enseñanza práctica y los hospitales se convirtieron en los centros de la vida médica. Hubo dos antecedentes importantes: las doctrinas patológicas de la escuela de Montpellier que cultivaban la observación clínica y anatomopatológica, que influyó de forma decisiva en el ambiente médico extrauniversitario de París, y la cirugía pre-revolucionaria que proporcionó los conceptos básicos a la escuela anatomoclínica[5].

Podemos distinguir tres períodos: uno inicial, caracterizado por la labor de Pinel y Bichat; uno intermedio, ocupado por el comienzo de la medicina de laboratorio, y por dos tendencias diferentes: la *medicine physiologique* de Broussais y la patología anatomoclínica de Corvisat, Laennec y Bayle; finalmente un tercero, en el que destacó la influencia ejercida por la obra de Louis.

En el terreno terapéutico, salvo las dos décadas de influencia de la obra de Broussais, la corriente que predominó fue la del escepticismo, quizás como expresión del fuerte rechazo ante los abusos cometidos en el pasado con la farmacoterapia. Recordemos que Bichat definió la materia médica como «una mezcla amorfa de ideas imprecisas, observaciones a menudo pueriles y recursos engañosos». Sugirió simplificarla a un número reducido de plantas medicinales nativas y de sustancias químicas simples. Pinel, por otro lado, trató de buscar mejores métodos para adquirir experiencia en el terreno terapéutico. Corvisat, Laennec y Bayle apostaron por una mezcla de escepticismo y empirismo, con algún episodio de activismo terapéutico. Louis, con su programa de convertir el saber médico en ciencia exacta, introdujo la estadística como uno de los fundamentos de la terapéutica, además de despretigiar las ideas de Broussais.

Sin embargo, en este mismo escenario tenía lugar el comienzo de la medicina de la-

[3] López Piñero (1976)

[4] Ackerknecht (1973), Laín Entralgo (1973), Lesch (1984), Stille (1994)

[5] Ackerknecht (1967), López Piñero (1985).

boratorio cuyos protagonistas fueron los fisiólogos y los clínicos influidos por la fisiología y patología experimentales. A este hecho hay que unir la intensa labor que en esos momentos estaba desarrollando la química y la apuesta por el laboratorio que hicieron los farmacéuticos[6].

Todas estas corrientes llegaron a nuestro país y así puede comprobarse a través del análisis de los libros producidos por españoles, de la prensa médica de la época y de las obras que se tradujeron al castellano. En nuestro trabajo, que se enmarca dentro del proyecto de investigación «La transformación de la materia médica en terapéutica farmacológica en la España del siglo XIX» nos ocupamos de éstas últimas.

• En 1807 José María Durán tradujo el libro de Jean Louis Alibert, *Nuevos elementos de terapéutica y de Materia médica*, traducción que dedica a José Celestino Mutis[7]. Esta obra alcanzó en el país vecino cuatro ediciones hasta 1826.

Alibert tomó como base de su terapéutica la doctrina experimental de la sensibilidad e irritabilidad y afirmó que esta parte de la medicina debía enlazarse fuertemente con la fisiología y la patología. Criticó, como Bichat, la inexactitud y la vaguedad de la nomenclatura de las drogas tradicionales e intentó introducir un lenguaje más preciso. Respecto a la clasificación de los medicamentos no utilizó como base la química o la botánica, sino que prefirió agruparlos por los aparatos sobre los que actuaban; en las subclasificaciones volvió a hacerse sistemático dividiéndolos en vegetales, animales y minerales.

Apareció una segunda edición en Madrid (Imprenta de Repullés), en 1826, en cuatro volúmenes, traducida de la cuarta francesa, que incluye un breve análisis original de las aguas mineromedicinales más conocidas de España.

• En 1825 se publicó en España una traducción de la obra de Jean B. Barbier, *Elementos de materia médica*, traducida de la segunda edición francesa por el catedrático de Salamanca José Lorenzo Pérez en la que añadió el resultado de los análisis químicos de muchos medicamentos e introdujo alguno nuevo[8].

Este libro ejerció una poderosa influencia sobre los médicos españoles. En él se acuña por vez primera el término «farmacología» para designar un campo o disciplina que debía suplantar a la vieja materia médica. Sus raíces deberían encontrarse, por una parte, en los saberes de la historia natural, de la química y de la preparación farmacéutica de cada medicamento, y por otra, en el conocimiento de sus efectos sobre los órganos. Al contario de lo que ocurría en terapéutica, la farmacología podría examinar todos los efectos de las drogas sobra la economía viva y no sólo sobre el cuerpo enfermo. Según opinión de Barbier, el farmacológo tenía que ser primero químico, y después fisiólogo.

[6] Lesch (1984)

[7] Publicada en tres volúmenes, en Madrid, en la Imprenta de Don Tomas Albán

[8] Este autor escribió unos *Principes généraux de pharmacologie ou de matière médicale* que se publicaron en París en 1805 y 1810, así como un *Traité élémentaire de matière médicale*, que se editó en París en 1819, 1824, 1830 y 1837.

Para Barbier, el farmacólogo debía ocuparse del estudio de la composición de los medicamentos, de sus efectos fisiológicos y de su acción terapéutica. Respecto a la clasificación, optó por una muy sencilla basada en los efectos generales que producen.

La obra de Barbier, en versión de José Lorenzo Pérez, volvió a reeditarse en España en 1829[9].

• En 1827 José Luis Casaseca, profesor de química aplicada a las artes en el Real Conservatorio de Madrid y licenciado en ciencias por la Universidad de París, tradujo de la quinta edición francesa el *Formulario para la preparación y uso de varios medicamentos nuevos,* de François Magendie[10]. Esta versión se publicó en París. Como hemos adelantado, durante la primera mitad del siglo XIX se vivió en París la crítica al escepticismo. Fue el comienzo de lo que suele denominarse «paso de la materia médica a la farmacología experimental». Sus protagonistas resucitaron la terapéutica en forma de verdadera ciencia después de estar sumida en un caos durante mucho tiempo. Coincidió con una serie de descubrimientos químicos llevados a cabo en la capital francesa. Entre éstos estaba el aislamiento de los principios activos de las plantas y su aplicación a clínica.

La figura más representativa de esta tendencia fue Magendie, el médico más escéptico entre todos los escépticos. Nunca abandonó el ejercicio de la medicina. Desde 1808 realizó trabajos experimentales en el terreno de la fisiología, patología y farmacología y publicó sobre todos estos temas. Su *Formulario* apareció por vez primera en París en 1821. Las ediciones se sucedieron rápidamente. En el prólogo explica que su labor se basa sólo en el descubrimiento de drogas puramente químicas y en el desaparecido viejo prejuicio de que tenían un efecto distinto en el hombre y los animales. En este texto aborda la preparación, las propiedades físicas y químicas, efectos en el animal, en el hombre sano y enfermo, la indicación y la aplicación, así como las formas, de un conjunto de sustancias útiles para una serie de situaciones patológicas. Con el tiempo fueron introduciéndose en la práctica médica.

Lo importante de esta obra reside, más que en el descubrimiento de unos simples, en la introducción de un nuevo principio científico que acabó reemplazando los «sistemas» por experimentos objetivos logrando eliminar la estéril oposición entre racionalistas y empiristas.

• Como antes hemos señalado, el escepticismo terapéutico se vio interrumpido durante dos décadas por las ideas de Broussais. Sus ideas terapéuticas reposaban sobre el empleo de dietas debilitantes y sangrías. El libro de terapéutica que se tradujo en España representativo de esta corriente fue el del médico militar L. J. Begin, que fue vertido al castellano por Ignacio Mendívil, médico de los Reales Ejércitos. En el prólogo puede leerse: «lo que Broussais ha hecho ya en esta parte de la medicina, las verdades que ha proclamado relativas a los efectos de los irritantes y de las sangrías locales; los medios que ha empleado en la curación de las inflamaciones crónicas, y de las pretendidas fiebres esenciales son trabajos que jamás perecerán, y cuya importancia y utilidad a ninguno menos que a mí pertenece dispu-

[9] En Madrid, librería Pérez, imp. de Verges, en dos volúmenes.

[10] Publicada en Madrid en la imprenta de José del Collado. Casaseca añade muchas notas cuya misión era la de clarificar determinados párrafos del original francés.

tar...»[11]. Sin embargo, también leemos: «la justicia que reclamo respecto de Broussais, no he dejado de hacerlo en ocasión alguna a todos los médicos; me he aprovechado de todos los trabajos que me han parecido útiles, y con especialidad de los de Scwilgé, Alibert, Magendie, Orfila y Barbier...»[12].

Para Begin, la terapéutica estuvo aislada mucho tiempo de la medicina; unida a la materia médica, teniendo como base el empirismo, su evolución caminó por la mera investigación de los remedios. La terapéutica farmacológica especial o la materia médica debe ocuparse, según él, de reunir y describir los cuerpos de la naturaleza que puedan ser útiles al médico, y hacer conocer sus características físicas y su composición química que deben presentar para que gocen del más alto grado de actividad posible. Todas las sustancias naturales, susceptibles de producir una acción notable sobre los órganos vivos, para que las funciones retornen a su estado original, constituyen, según él, los cuerpos medicamentosos.

Begin clasifica los medicamentos por aparatos y utilizando como base de su acción las ideas de Broussais; como antes hemos dicho, el aumento o disminución de las fuerzas, o lo que es lo mismo, estimulantes y asténicos o debilitantes. Los primeros, señala, forman por si solos una clase mucho más numerosa que los segundos: éstos pueden, a su vez, ser directos o revulsivos.

• Más avanzado el siglo, en 1831, Luis Oms y José Oriol tradujeron el *Tratado de Materia médica,* de Henri Milne-Edwards y Pierre H. Vasvasseur. Este texto se recomendó para la enseñanza y se reeditó en 1835 y 1845[13].

H. Milne-Edwards nació en Brujas en 1800 y realizó sus estudios y su labor científica en París. Abandonó la práctica clínica y se dedicó por entero al estudio de la anatomía y fisiología comparadas. Sucedió a Cuvier en la Academia de Ciencias y fue profesor de zoología en el Museo de Historia Natural. Entre 1825 y 1832 publicó una serie de obras de divulgación médica entre las que se encuentran el *Manual* mencionado, junto con P. Vasvasseur, que se editó en París en 1826 y 1836 y en Bruselas en 1836. Este texto aúna las ideas del escepticismo con los nuevos hallazgos del laboratorio. Sus autores se ocupan de los aspectos generales de la terapéutica, de las propiedades físicas y químicas de los medicamentos, de su acción, su administración y de cómo debe realizarse la elección de los simples. Después abordan los agentes terapéuticos procedentes de la dietética, de la farmacología y de la cirugía.

Milne-Edwards y Vasvasseur señalan que de las acciones se derivan los efectos primitivos y los secundarios. Los primeros son el resultado de la acción directa sobre los órganos, y los segundos, son las consecuencias. Emplean una clasificación basada en el modo de obrar de los fármacos sobre el organismo: cáusticos, rubefacientes, astringentes, tónicos, excitantes (generales y especiales), narcóticos o estupefacientes, eméticos, purgantes, laxantes, atemperantes-emolientes, y vermífugos o antihelmínticos. De cada remedio informan de sus

[11] Begin (1828), Prólogo.

[12] Begin (1828), Prólogo.

[13] Ambas ediciones se publicaron en dos volúmenes en Barcelona en la imprenta de Ramón Martí Indar.

propiedades físicas y químicas, características botánicas, nomenclatura, origen, preparación, efectos, aplicaciones terapéuticas, formas farmacológicas y dosificación.

• El último libro francés sobre la materia traducido al castellano de este período fue el *Curso de materia médica o de farmacología* (1838), de François Foy. Fue vertido, refundido y arreglado por el catedrático de terapéutica y materia médica del Colegio de Medicina y Cirugía de Barcelona, Juan Bautista Foix i Gual.

Foy define la farmacología como «la parte de la medicina que trata de los medicamentos, y comprende el estudio de la composición íntima de estos agentes, de su acción sobre los tejidos orgánicos, y de los efectos que esta acción produce en el cuerpo vivo y ventajas que la Terapéutica puede sacar de su operación»[14]. Para Foy la farmacología debe auxiliarse de la historia natural, de la química y de la fisiología. Foy ya no tiene en cuenta los remedios higiénicos, los dietéticos o los que proceden de la física.

A partir de aquí, la influencia francesa en la terapéutica española se iba a concentrar practicamente en un solo texto: el *Tratado de terapéutica y materia médica*, de Armand Trousseau y H. Pidoux, que se publicó en España por vez primera en 1841 y que alcanzaría varias ediciones hasta la Restauración. No obstante, por sus características, se aleja de lo que aquí hemos expuesto.

Bibliografía

ACKERKNECHT, E. H. (1962), «Aspects of the History of Therapeutics», *Bulletin of the History of Medicine, 36* (5), 389-418.

ACKERKNECHT, E. H. (1967), *Medicine at the Paris Hospital 1794-1848*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.

ACKERKNECHT, E. H. (1973), *Therapeutics from the primitive to the 20th Century*, New York, Hafner Press.

BEJIN, L. J. (1828), *Tratado de tarapéutica, compuesto según los principios de la nueva doctrina médica*, Madrid, Imprenta de los Hijos de C. Piñuela.

FOY, F. (1838), *Curso de materia médica o de farmacología*, 2 vols., Barcelona, J. Verdaguer.

FRESQUET FEBRER, J. L. (1978), *La Farmacoterapia en la sociedad española del siglo XIX*, Valencia, Universitat de València.

FRESQUET FEBRER, J. L. (1986), «Los orígenes de la farmacoterapia moderna en España (1800-1843)», *Medicina e Historia, 15* (Tercera época), 1-16.

FRESQUET FEBRER, J. L. (1988), «De la materia médica a la farmacología experimental». En: *Las ciencias médicas básicas en la Valencia del siglo XIX,* Valencia, Edicions Alfons el Magnànim, 263-330.

FRESQUET FEBRER, J. L. (1993), «Adolphe Gubler y el Journal de Thérapeutique (1874-1883)», *Asclepio, 45* (2), 143-186.

[14] Foy, J. (1838), p. XIII.

LAÍN ENTRALGO, P. (1973), «Farmacología, farmacoterapia y terapéutica general». En: *Historia Universal de la Medicina*, Barcelona, Salvat, vol. 6, 259-267.
LESCH, J. E. (1984), *Science and medicine in France: the emergence of experimental physiology, 1790-1855*, Cambridge, Harvard University Press.
LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1976), *Medicina moderna y sociedad española. Siglos XVI-XIX*, Valencia, Cátedra de Historia de la Medicina.
LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1985), *Ciencia y enfermedad en el siglo XIX*, Barcelona, Península.
PESET REIG, J. L. (1974), «Terapéutica y farmacología en el Romanticismo». En: Historia Universal de la Medicina, Barcelona, Salvat, vol. 5, 331-335.
STILLE, G. (1994), *Der Weg der Arznei. Von der Materia Medica zur Pharmacologie*, Karlsruhe, G. Braun Fachverlage.
TEMKIN, O. (1964), «Historical aspects of drug therapy». In: *Drugs in our society*, Baltimore, The John Hopkins University Press.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 359-367

1897: LA BURGUESÍA INDUSTRIAL VASCA ANTE LA NECESIDAD DE UNA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Isabel Garaizar Axpe
Departamento de Historia Contemporánea. Universidad del País Vasco

Palabras clave: *España, País Vasco, siglo XX, educación, Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao, burguesía industrial.*

1897: The Basque Country Industrial Burgeoisie Searching for the Proper Engineering School

Summary: *The aim of this paper is to analyz the adequacy of the School of Industrial Engineers of Bilbao (Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao) to the industrial needs of the area from its foundation until the Civil War.*
In order to do so, we have focussed the study on the analysis of the existing relation in the main functions carried out by the managers of the school; that is to say, their job as administrators of the institution, on the one hand, and their role in the political and finantial Bilbao of the time on the other. All this has allowed us to identify the share of political and economic power of the industrial burgeoisie in the school.

Key words: *Spain, Basque Country, 20th Century, Education, School of Industrial Engineers of Bilbao, Industrial burgeoisie.*

La Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao nace con el fin de siglo, tiempo de profunda industrialización en el País Vasco. Y nace, precisamente, como consecuencia de ese proceso, de la necesidad de las industrias de la comarca de generar sus propios cuadros especializados, prescindiendo así de toda dependencia del extranjero.

Una vez aprobado el Real Decreto de 5 de enero de 1899 y fijado ya el mantenimiento económico de la institución a cargo del Ayuntamiento de Bilbao y la Diputación de Vizcaya[1] –lo que ya nos está indicando un cierto grado de independencia del centro con respecto no sólo a los poderes públicos estatales, sino del sistema educativo imperante en el Estado–, se establece la existencia de una *Junta de Patronato,* cuyo objetivo iba a ser el de ha-

[1] Archivo ETSIIYT de Bilbao: (1897). Resoluciones del Gobierno, Diputación y Ayuntamiento sobre creación de la Escuela.

cerse cargo de la gobernabilidad del centro.[2] Para ello, la Junta elaborará su propio Reglamento, donde funciones tales como las de inspección, recaudación y administración de fondos, van a ser complementadas tras arduas negociaciones, entre el Estado y las corporaciones provinciales, con la autorización a la *Junta* para el nombramiento del Director y del profesorado del centro, sin que ello fuera óbice para que éstos fueran posteriormente aprobados por el Gobierno.[3]

Tenemos, por tanto, un nuevo centro educativo oficial y de carácter superior, dedicado a dotar a la región de Ingenieros Industriales, que se mantiene, de alguna manera, independiente del sistema educativo estatal, y una institución: la Junta de Patronato, con amplios poderes para dirigirlo.

La Junta había de componerse de quince vocales, de los cuales serían natos los Ingenieros Jefes de Obras Públicas y de Minas de la provincia y el Ingeniero Director de las Obras del Puerto de Bilbao, nombrándose los restantes, por terceras partes, por el Gobernador de la provincia, la Diputación provincial y el Ayuntamiento de Bilbao y renovándose el cincuenta por ciento de los vocales correspondientes a los tres grupos, cada tres años.[4]

Conocer la adecuación de la Escuela de Ingenieros a las necesidades industriales de la región implica entender la relación existente entre dos de las funciones fundamentales llevadas a cabo por los gestores del centro, que no van a ser otros que los miembros de la Junta de Patronato. Nos referimos a su labor como administradores y mandatarios de la institución, por un lado, y a su papel en el mundo económico y político del Bilbao de la época, por el otro.

La primera Junta quedaba constituida según la forma dispuesta por el Real Decreto de 5 de enero de 1899 (Tabla 1) que podemos ver a continuación.[5]

[2] Real Decreto de Creación de la Escuela de 5 de enero de 1899.

[3] Por Real Orden de 4 de agosto de 1900.

[4] Archivo ETSIIYT de Bilbao: *Reglamento de la Junta de Patronato de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao. Aprobado por la Junta de Patronato en sesión de 5 de febrero de 1900 y firmado por el Presidente: Enrique Aresti.*

[5] La primera Junta de Patronato queda constituida el 4 de febrero de 1899.

Tabla 1. Miembros de la primera Junta de Patronato de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao, constituida el 4 de febrero de 1899 y vigente hasta el 31 de diciembre de 1901

MIEMBROS	*CARGOS QUE OCUPAN*
Aresti, Enrique	Presidente. Presidente de la Excma. Diputación de Vizcaya.
Celada, Felipe A.	Vicepresidente. Alcalde de Bilbao.
Victoria de Lecea, Eduardo	Vicepresidente. Abogado y ex alcalde de Bilbao.
Echevarría, Federico	Contador. Senador del Reino.
Churruca, Evaristo	Vocal. Ingeniero Director de las Obras del Puerto de Bilbao.
Hoffmeyer, Ernesto	Vocal. Ingeniero Jefe de Obras Públicas de la Demarcación de las provincias Vascongadas y Navarra.
Baroja, Serafín	Vocal. Ingeniero Jefe de Minas de la provincia.
Goyarrola, Manuel	Vocal. Senador del Reino.
Espada, Diego	Vocal. Farmacéutico.
Gorbeña, Valentín	Vocal. Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos.
Pradera, Guillermo	Vocal. Ingeniero Industrial.
Allende, Plácido	Vocal. Ingeniero de Minas y diputado a Cortes.
Jimeno, Ángel	Vocal. Ingeniero de Minas.
Arístegui, Jesús	Vocal. Farmacéutico.
Urquizu, Alfredo	Secretario. Ingeniero Industrial.

Fuente. *Archivo ETSIIYT de Bilbao: Memoria de la Junta de Patronato de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao, a 31 de diciembre de 1901.* Original mecanografiado.

Como consecuencia de esta misma disposición, el 31 de diciembre de 1901, iban a cesar en sus cargos Felipe de Celada, Manuel Goyarrola, Alfredo Urquizu, Valentín Gorbeña, Plácido Allende y Ángel Jimeno, para ser reemplazados por Pedro Bilbao, Pedro Icaza, Pedro Celis, José Cruceño, Joaquín Arisqueta y Enrique Epalza, tal y como podemos ver en la siguiente tabla (Tabla 2).

Tabla 2. Miembros de la Junta de Patronato de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao, a partir del 31 de diciembre de 1901.

MIEMBROS	*CARGOS QUE OCUPAN*
Aresti, Enrique	Presidente. Presidente de la Excma. Diputación de Vizcaya.
Bilbao, Pedro	Vicepresidente. Alcalde de Bilbao.
Victoria de Lecea, Eduardo	Vicepresidente. Abogado y ex alcalde de Bilbao.
Echevarría, Federico	Contador. Senador del Reino.
Churruca, Evaristo	Vocal. Ingeniero Director de las Obras del Puerto de Bilbao.
Hoffmeyer, Ernesto	Vocal. Ingeniero Jefe de Obras Públicas de la Demarcación de las provincias Vascongadas y Navarra.
Baroja, Serafín	Vocal. Ingeniero Jefe de Minas de la provincia.
Cruceño, José	Vocal. Abogado. Diputado provincial.
Espada, Diego	Vocal. Farmacéutico.
Epalza, Enrique	Vocal. Arquitecto.
Pradera, Guillermo	Vocal. Ingeniero Industrial.
Arisqueta, Joaquín	Vocal. Ingeniero de Minas.
Celis, Pedro	Vocal. Ingeniero de Minas.
Arístegui, Jesús	Vocal. Farmacéutico.
Icaza, Pedro	Secretario. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Fuente. JUNTA DE PATRONATO (1903). *Memoria de la gestión de la Junta de Patronato de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao durante el año 1902.* Bilbao: Imprenta Provincial.

Lo que vamos a hacer ahora es contrastar los nombres que aparecen en las dos primeras Juntas de Patronato de la Escuela de Ingenieros con la serie de empresarios inscritos en el Registro Mercantil de Vizcaya, entre 1886 y 1902, por un lado, y con la serie de políticos correspondientes a las legislaturas habidas, entre 1876 y 1903,[6] por el otro. Ello nos permitirá identificar sus actividades tanto económicas como políticas, al comprobar, en primer lugar, la existencia de relaciones interdependientes entre ambas actividades, para adentrarnos posteriormente en el análisis de los sectores productivos más significativos que subyacen a la actividad empresarial, así como el grado de influencia social al observar la proporción real de poder político representado.[7]

[6] Datos informatizados por el laboratorio de Historia Contemporánea de la UPV/EHU en función de la información obtenida en el Registro Mercantil de Vizcaya, entre los años 1886-1902, para la base de datos de empresarios y, del Diario de las Sesiones de Cortes: «Estadística del personal y vicisitudes de las Cortes y de los Ministerio de España», para la base de datos de políticos. En ésta última, los años de elecciones con los que se ha trabajado, para el análisis que nos ocupa, han sido: 1876; 1879; 1881; 1884; 1886; 1891; 1893; 1896; 1898; 1899; 1901 y 1903, siendo las legislaturas las correspondientes a los años: 1876-1877; 1877; 1878 (extraordinarias); 1878; 1879-1880; 1880-1881; 1881-1882; 1882-1883; 1883-1884; 1884-1885; 1885-1886; 1886-1887; 1887-1888; 1888-1889; 1889-1890; 1891-1892; 1893-1894; 1894-1895; 1896-1898; 1898-1899; 1899-1900; 1900-1901; 1901-1902 y 1902-1903. Faltan los datos concernientes a los senadores de 1878 para las legislaturas.

[7] Un excelente estudio que aborda la entrada del mundo empresarial vasco en la escena económica y polí-

Aresti, Enrique. Presidente de la Diputación de Vizcaya en el momento que nos ocupa, 1899. Lo vamos a encontrar como socio fundador de numerosas empresas que, con domicilio social en Bilbao, se establecen en la provincia a lo largo de los años noventa. Fundador de: *Plomos y Estaños Laminados*; *Cía de Azufres*; *Cía. del Ferrocarril Hullero de la Robla a Valmaseda*; *Constructora de Zalla a Solares e Industrial Vasco Valenciana.* Fundador y presidente del Consejo de Administración de *Papelera del Cadagua*; *Hulleras de Sabero y Anajas*; *La Unión Resinera Española*; *Azucarera Vasco Leonesa* y *Cía. Vascongada de Minería.* Fundador y vicepresidente del Consejo de Administración de *Sociedad General de Centrales Eléctricas.* Consejero de Administración de *Cía de los Ferrocarriles de Santander a Bilbao* y Vocal del Consejo de Gobierno de *Sociedad de Seguros Aurora.*

Celada, Felipe A. Alcalde de Bilbao en 1899. Lo hallamos en el sector de los Ferrocarriles como socio fundador, en 1893, de *Constructora de Zalla a Solares.*

Victoria de Lecea, Eduardo. Abogado y ex Alcalde de Bilbao. Será Senador electivo en 1889 y Diputado en 1891.

Echevarría, Federico. Diputado en 1899 y 1900. Senador electivo en 1901, 1902 y 1903. Es, también, un importante hombre de negocios. Entre 1882 y 1902 será socio fundador de varias empresas radicadas en Vizcaya y con domicilio social en Bilbao: *Echevarría Hermanos*; *Orduña y Cía*; *Red Telefónica de Bilbao*; *Papelera Vizcaína*; *Talleres de Deusto-Bilbao*; *Cía. Anónima Marítima La Actividad*; *Ahlemeyer Compañía Anónima de Construcciones e Instalaciones*; *Cía. Naviera Aurrera*, y *Bajo y Compañía.* Fundador y administrador de: *Zuricalday Echevarría y Cía*; *Federico Echevarría y Picavea*, y *Hijos de Zuricalday.* Fundador, administrador y gerente de: *Federico Echevarría e Hijos*; *Hijos de Zuricalday.* Fundador, administrador, gerente y director de: *Zuricalday Echevarría y Cía.* Fundador y miembro del Primer Consejo de Administración de: *Hidro-Eléctrica de Cataluña*; *Altos Hornos de Vizcaya* y presidente del Consejo de Administración de *Hispania Cía. General de Alumbrado y Fuerza.*

Churruca, Evaristo. Ingeniero Director de las Obras del Puerto de Bilbao. Lo encontramos, en 1894, como socio fundador capitalista con una aportación mínima de capital de 5.000 ptas, haciendo una incursión en el sector de compra-venta de acciones y empresas de la sociedad: *Ustara Salazar y Cía.*

Hoffmeyer, Ernesto. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Ingeniero Jefe de Obras Públicas de la Demarcación de las provincias Vascongadas y Navarra. Ingeniero del Ferrocarril Las Arenas-Plencia.

Baroja, Serafín. Ingeniero Jefe de Minas de la Provincia.

Goyarrola, Manuel. Senador electivo en 1900, 1901 y 1902. Como empresario será, en 1890, accionista fundador de *Cía. del Ferrocarril de Las Arenas a Plencia.*

Espada, Diego. Farmaceútico.

Gorbeña, Valentín. Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos. Socio fundador, entre 1889 y 1893, de *Constructora de Zalla a Solares*; *Electra Cía General de Electricidad*

---

tica española durante los años que nos ocupan, y para lo cual se construyeron las bases de datos sobre élites vascas y españolas que nosotros venimos ahora reutilizando, se encuentra en: GONZALEZ PORTILLA, M. (1995). Poder y lobbies económicos en la Restauración: la transformación de la clase política. En Pedro Chalmeta, Fernando Checa, Manuel González Portilla y otros (Eds.), *Cultura y culturas en la Historia* (pp. 119-168). Salamanca: Universidad de Salamanca.

y *Papelera del Cadagua.* En 1901 será socio fundador y vocal del Consejo de Administración de *Cía. Vascongada de Minería* y *Constructora de Obras Públicas y Fomento Industrial.*

Pradera, Guillermo. Ingeniero Industrial. En la última década del siglo XIX, va a ser socio fundador de *Tranvía eléctrico de Bilbao a Durango y Arratia.* Accionista fundador, administrador y gerente de: *Pradera Hermanos y Cía*; *Azadas Vidarte-Vidarte y Cía.* Accionista fundador y administrador de: *Pradera Hermanos y Cía. Sociedad en Comandita.* Fundador y vocal del Consejo de Administración de *Talleres de Deusto-Bilbao* y *Talleres de Deusto.*

Allende, Plácido. Ingeniero Industrial. Diputado entre los años 1898 y 1902 y Senador electivo en 1903 y 1905. Como empresario, entre 1894 y 1902, lo vamos a encontrar como socio fundador de numerosas empresas. Así, figura como fundador en las sociedades mineras: *Cía. de Azufres* y *Minas de Carracido.* Socio fundador, también, de *Sociedad Anónima de Yesos y Cementos Basaldua*; *Artículos de Construcción*; *José Y. Amann y Cía*; *Industrial Vasco-Valenciana* y la *Azucarera Vasco Leonesa.* Fundador y presidente del Consejo de Administración de *El Esla*; *Cía del Ferrocarril de San Sebastián a Hernani* y *Teledinámica del Gallego.* Por último, lo hallamos como socio fundador y miembro del Consejo de Administración de *Santa Agueda*; *Cía. Minera de Mutiloa*; *Sociedad General de Centrales Eléctricas*; *La Unión Resinera Española*; *Cía. Vizcaína de Electricidad*; *Anduiza*, y *Constructora de Obras Públicas y Fomento Industrial.*

Jimeno, Ángel. Ingeniero de Minas.

Arístegui, Jesús. Farmaceútico. Socio fundador, en 1901, de *Estaños de Monterrey* y *Arístegui Hermanos y Cía.*

Urquizu, Alfredo. Ingeniero Industrial. En 1902 aparece como socio accionista fundador de las sociedades mineras *J. Patau y Cía* y *Minas del Sil.*

Bilbao, Pedro. Socio fundador, en 1901, de la sociedad minera *Sindicato Vizcaíno de Minas.*

Icaza, Pedro. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Pedro Celis. Ingeniero de Minas.

Cruceño, José. Abogado. Diputado provincial.

Arisqueta, Joaquín. Ingeniero de Minas.

Epalza, Enrique. Arquitecto.

Para un primer análisis, hemos clasificado la lista anterior de los miembros de las dos primeras Juntas de Patronato en cinco categorías diferentes, siendo éstas las de políticos y empresarios, sólo políticos, sólo empresarios, profesionales y profesionales al tiempo que pequeños empresarios.

La primera categoría, donde incluimos a los representantes de las corporaciones provincial y local, así como a aquellos que ocupan cargos de diputados y senadores electivos y que, por el hecho de ser empresarios pertenecen como socios fundadores o presidentes del Consejo de Administración a empresas cuyo capital social sobrepasa el millón de pesetas, está representada por el 28,5 % de los miembros de la Junta de Patronato. El sector constituido por personas dedicadas exclusivamente a la política es el más bajo de la escala y aparece integrado, apenas, por un 5 % de sus miembros. Aquéllos que, por su parte, tienen únicamente intereses empresariales, alcanza el 14 %, mientras que el sector representado por el mundo

meramente empresarial llega prácticamente a ocupar el 43 %, el cual puede ser complementado por la quinta y última categoría, la que hemos denominado de profesionales y pequeños empresarios, con una representación de, prácticamente, el 10 % de los miembros de la Junta.

Es significativo constatar que, de la primera a la segunda Junta de Patronato, cambia la correlación de fuerzas, ya que van a quedar fuera un número determinado de políticos y empresarios de la Junta de 1899, para ser sustituidos por otros tantos miembros pertenecientes, esta vez, al sector profesional en la Junta constituida en diciembre de 1901.

En definitiva, podemos comprobar cómo emergen dos grandes y únicos grupos de poder: el de los profesionales y el de los políticos-empresarios, repartidos prácticamente al 50 %, con una pequeña inclinación positiva hacia el grupo de profesionales, influenciada por la composición de la segunda Junta.

Los sectores productivos más significativos para el grupo empresarial van a ser (Tabla 3), en orden de importancia por el número de empresas donde se encuentran implicados y no tanto por el peso económico que éstas representan, puesto que no existe una correlación directa entre unas y otros, los siguientes: sociedades mineras, ferrocarriles, electricidad y gas, comercio en general, metalúrgicas, tranvías, maquinaria y construcciones metálicas, papeleras y cementos cerámicas y ladrillos.

No hay que olvidar que, en números absolutos, la suma de miembros de la Junta de Patronato con inversiones en el mundo empresarial no sobrepasa la decena; es decir, un grupo de sólo diez personas va a tener una altísima influencia (su participación en las sociedades analizadas será en la categoría de socio fundador, presidente del Consejo de Administración o altos cargos de las mismas) en cincuenta y tres sociedades de nueva creación que representan un capital invertido superior a los ciento setenta millones de pesetas.

Tabla 3. Sectores productivos dominantes entre los empresarios que son a su vez miembros de la Junta de Patronato entre 1882-1902.

SECTOR PRODUCTIVO	N.º EMPRESAS	CAPITAL	TOTAL CAPITAL
Papeleras		1.000.000	
Papeleras	2	1.500.000	2.500.000
Maquinaria y Construcciones Metálicas		175.000	
Maquinaria y Construcciones Metálicas		80.000	
Maquinaria y Construcciones Metálicas	3	650.000	905.000
Electricidad y Gas		5.000.000	
Electricidad y Gas		5.000.000	
Electricidad y Gas		10.000.000	
Electricidad y Gas		10.000.000	
Electricidad y Gas		350.000	
Electricidad y Gas	6	3.000.000	33.350.000
Sociedades Mineras		5.000.000	
Sociedades Mineras		12.500.000	
Sociedades Mineras		2.000.000	
Sociedades Mineras		600.000	
Sociedades Mineras		3.000.000	

Sociedades Mineras		100.000	
Sociedades Mineras		135.000	
Sociedades Mineras		200.000	
Sociedades Mineras		2.000	
Sociedades Mineras	10	200.000	10.537.000
Productos Químicos y Farmaceúticos	1	5.000.000	5.000.000
Ferrocarriles		10.000.000	
Ferrocarriles		6.000.000	
Ferrocarriles		4.500.000	
Ferrocarriles		10.000.000	
Ferrocarriles		600.000	
Ferrocarriles	6	500.000	31.600.000
Seguros	1	20.000.000	20.000.000
Alcoholeras	1	1.500.000	1.500.000
Productos Alimenticios	1	4.000.000	4.000.000
Industrias Diversas		120.000	
Industrias Diversas	2	250.000	370.000
Importación y Exportación	1	929.716	929.716
Comercio en general		417.725	
Comercio en general		1.896.743	
Comercio en general		686.029	
Comercio en general	4	1.000.000	4.000.497
Siderometalúrgicas	1	500.000	500.000
Transportes	1	3.000.000	3.000.000
Navieras	1	3.000.000	3.000.000
Siderúrgicas	1	32.750.000	32.750.000
Compra-venta de Acciones y Empresas	1	1.935.000	1.935.000
Metalúrgicas		405.000	
Metalúrgicas		1.000.000	
Metalúrgicas	3	405.000	1.810.000
Tranvías		2.150.000	
Tranvías		3.250.000	
Tranvías	3	4.500.000	9.900.000
Maderas	1	150.000	150.000
Cementos, Cerámicas y Ladrillos		400.000	
Cementos, Cerámicas y Ladrillos	2	75.000	475.000
Joyerías, Platerías y Relojerías	1	3.000.000	3.000.000

Fuente. *Elaboración propia realizada a partir de la Base de Datos: Registro Mercantil de Vizcaya.*

No hay que olvidar, tampoco, que estas personas no son elementos aislados de la sociedad industrial en la que viven, sino que emergen de ella como los representantes idóneos para acometer las funciones que les son requeridas por el mundo del que provienen, que les apoya y sustenta.

En términos relativos, podemos decir que el cincuenta por ciento de los miembros de las primeras Juntas de Patronato está dominado por este sector. Este será, por tanto, el poder real que el mundo empresarial generado en torno a la *Ría prodigiosa* tiene la voluntad de ejercer en el seno de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao, a través de las funciones de la propia Junta que habían sido arrebatadas al gobierno central durante seis años (1893-1899) de arduas negociaciones, por miembros de esta misma burguesía industrial.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 369-374

LA CAMBRA FOSCA: UNA APLICACIÓ DIDÀCTICA DE LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA FOTOGRÀFICA

Ferran-Vicent Garcia Ferrer
Professor d'Ensenyament Secundari

Paraules clau: *didàctica, fotografia, camera sense objectiu, ensenyament.*

The pinhole camera: a didactic application of the history of the photographic technique

Summary: *The subject «the pinhole camera» has been imparted to the pupils of Compulsory Secondary Teaching (ESO) and the main purpose for the pupils has been to get to know the pinhole camera and its use and thus learn some principles of the geometric optics and the chemical and physical bases of the photographic image.*
The present article attempts to show that the history of the science and the technique is an excellent resource to make understand the current conceptions of the science and get the pupils to be able to find their own solutions to the technical problems instead of confining themselves to just become passive consumers.

Key words: *pinhole, didactic, photography, camera.*

1. Introducció

En aquesta comunicació s'intenta mostrar, mitjançant un exemple ja portat a la pràctica, que la història de la ciència i de la tècnica és un excel·lent recurs per fer entendre les concepcions actuals de la ciència i el funcionament de moltes troballes de la tècnica.

En concret, en aquesta aplicació didàctica, s'han perseguit principalment dos objectius:

- Primer, comprovar que si es comprenen els principis que fan funcionar els actuals aparells de fotografia es pot extreure un gran rendiment a altres aparells rudimentaris.
- Segon, aconseguir que els alumnes valorin la importància d'entendre el funcionament de les eines que s'utilitzen per no caure en el consumisme fàcil i passiu.

En aquest sentit, és exemplar la següent reflexió extreta d'un llibre de clar contingut didàctic (FERNÁNDEZ, 1982: 223-224): «Debemos luchar contra la «ceramiquita del horno eléctrico», típico horno de clase media y –por lo tanto– mediocre y mediocrizador. (...) Todo consiste en accionar dos veces una llave eléctrica: al encenderlo y al apagarlo. (...) Para colmo se han ideado programadores de cocción, para estupidizar más aún al ceramista. (...) *Al per-*

der el control sobre los procesos de cocción, el ceramista va perdiendo los conocimientos milenarios que dieron vida a la cerámica, reemplazádolos por un automatismo *deformante*. (...) Es que el consumismo precisa de eso: de consumidores *pasivos y autómatas*, o sea de idiotas manejables e ignorantes.»

Per començar, cal recordar què és una cambra sense objectiu o *pinhole camera*

2. Què és una cambra sense objectiu

Per simples principis d'òptica geomètrica es pot comprovar que un forat puntual forma una imatge *sempre* enfocada (figura 1).

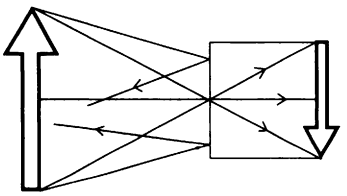


Figura 1

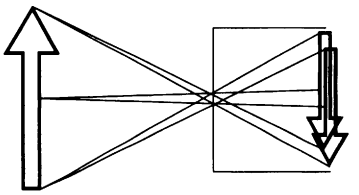


Figura 2

Però el diàmetre real d'un orifici permet passar més d'un raig de llum i els punts del subjecte són reproduïts com petits cercles. Aquests *cercles de confusió* s'amplien amb la distància. (Figura 2)

A causa de les limitacions tècniques i de la difracció, el forat no pot ser indefinidament menut. El diàmetre òptim es troba buscant un compromís entre l'ampliació del cercle de confusió implicada per la profunditat de la cambra i el diàmetre mínim del forat a partir del qual la imatge provocada per la difracció de la llum provinent d'un punt és superior al diàmetre del cercle de confusió.

L'equació generalment emprada per determinar el diàmetre òptim (D_0) és:

$$D_0 = (K(L)^{1/2} = 0'036.(L)^{1/2} \text{ amb L i D expressats en mm.}$$

Exemples de diàmetres òptims de l'orifici d'acord amb la longitud de la cambra (USLAN, 1979: 380):

Longitud de la cambra (mm)	50	75	101	152	254
Diàmetre òptim (mm)	0,26	0,31	0,36	0,44	0,57

Com s'explica més endavant l'únic inconvenient de fer càmares grans amb forats assequibles fàcilment és l'allargament del temps d'exposició.

Ara es farà una breu descripció de l'evolució seguida per aquest descobriment al llarg de la història. Aquesta descripció es realitza també al curs destinat als alumnes per tal que vegin la diferència entre descobriment científic i evolució tècnica.

3. Evolució històrica

Aristòtil (s. IV aC) descriu el principi de la cambra fosca. Observà la imatge del sol, en un eclipsi parcial, projectada al terra quan la seva llum travessava un sedàs o un forat practicat a les fulles d'un plataner. Es va adonar també que com més menut era el forat més nítida era la imatge projectada. El mateix fenomen és descrit per Alhazén al s. XI en la seva obra sobre òptica.

El físic holandès Reiner Gemma Frisius descriu, en un llibre de 1545, amb una il·lustració gràfica de la cambra fosca, l'observació de l'eclipsi de sol del 24 de gener de 1544.

Leonardo da Vinci va descriure el principi de la cambra fosca. Va comparar l'ull humà amb aquest principi i va dissenyar les primeres cambres fosques amb una lent en lloc d'un orifici.

Una descripció completa fou realitzada per Giovanni della Porta que publicà als 17 anys el tractat *Magiae Naturalis* (1558) on explicava com utilitzar aquesta cambra per dibuixar imatges.

Al s. XVII començaren a emprar-se les primeres cambres portàtils que podien traslladar-se fins el paisatge triat pel pintor.

El jesuïta Athanasius Kircher va dissenyar el 1646 una gran cambra fosca que podia ser transportada per dos homes. Es tractava d'un cub de metall lleuger amb una lent a cada costat i dins un altre cub de paper transparent on l'artista pot dibuixar els motius projectats.

La primera «cambra reflex» fou descrita per Johan C. Sturm, professor de matemàtiques alemany a la seva obra *Collegium experimentale, sive curiosum* (1676). Es tracta d'un mirall pla que forma un angle de 45° amb la lent, de forma que reflecteix una imatge vertical sobre un paper oliat que se situa a la part superior de la cambra.

Al s. XVIII la cambra fosca assolí gran popularitat i es fabricaven quasi en sèrie, adaptada a tota mena d'usos i circumstàncies.

El problema clau, però, era la possibilitat de fixar la imatge sobre un suport fotosensible. Però l'evolució de les solucions d'aquest problema conformen una altra història.

La nostra cambra consistirà, en principi, en una llauna, pintada de negre al seu interior, a la qual se li ha practicat un forat. Aquest orifici es tanca i s'obre afegint un quadrat de cartolina negra.

Passem ara a comparar la llauna amb una càmara comercial actual.

4. Elements en comú amb la càmara fotogràfica actual

I) El negatiu

La solució més senzilla, que ens permet triar forma i grandària, ha estat impressionar el negatiu sobre paper fotogràfic

II) El diafragma

La nostra càmara és d'obertura fixa i ens interessa conèixer el seu número (equivalent per tal d'avaluar l'exposició necessària per enregistrar una escena.

La fórmula per calcular el número *f* d'una cambra sense objectiu (USLAN, 1979: 379) és:

Número *f* = (distància orifici – emulsió) : (diàmetre de l'orifici)

Un cop conegut el número *f* es pot mesurar la intensitat de la llum en un cas concret i calcular l'exposició necessària mitjançant un fotòmetre.

Si el fotòmetre ens indica un temps t per a un diafragma de *f* = 22 aquesta és la taula que indica els temps corresponents a altres números *f*:

número *f*	5,6	8	11	16	22	32	45	64	90	128	180
temps	$t/2^4$	$t/2^3$	$t/2^2$	$t/2$	t	2.t	$2^2.t$	$2^3.t$	$2^4.t$	$2^5.t$	$2^6.t$

III) Profunditat de camp

En el cas de les lents cada obertura de diafragma porta associada una profunditat de camp.

En el cas de la cambra fosca la nitidesa de tots els plans de la imatge és la mateixa.

IV) Obturador

En aquest cas, el seu accionament és manual i, necessàriament, $t \geq 1$ s.

V) Grandària de la imatge

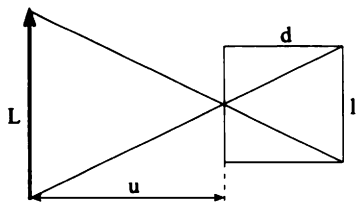


Figura 3

La distància (u) fins al subjecte, determina la grandària de la imatge (l)

Per una relació geomètrica senzilla:

grandària del subjecte (L) : grandària de la imatge (l) = distància orifici-subjecte (u) : distància orifici-negatiu (d)

Podem definir un factor de distància:

distància orifici-subjecte = F. grandària del subjecte ; F = l/d

VI) L'angle de visió

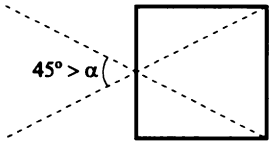


Figura 4

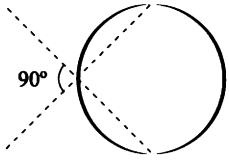


Figura 5

Si el negatiu es fixa al fons de la llauna (figura 4), aquest angle depèn de la grandària del negatiu i de la distància d'aquest a l'orifici. Però no pot superar els 45^0 perquè la diferència d'energia rebuda, funció de r^2, pel negatiu entre el centre i les vores fa impossible un enregistrament uniforme.

Si, en canvi, el negatiu es fixat a la paret de la llauna, fàcilment s'obtenen angles de 90^0 (figura 5).

Per acabar, es presenten els trets més importants de la programació del crèdit impartit a quart d'ESO.

5. El crèdit variable impartit a quart d'ESO

I) Objectius

1. Considerar tres etapes en la resolució d'un problema pràctic o d'investigació: la planificació, la realització i la conclusió.

2. Identificar les variables clau implicades en el procés d'enregistrament fotogràfic. És a dir, què variar, què mesurar i què controlar.

II) Continguts

a) Procediments

1. Enregistrament d'imatges sobre un paper fotogràfic per exposició directa a la llum (fotogrames o *rayographies*)

2. Construcció d'una cambra fosca amb una llauna

3. Construcció d'una cambra fosca amb cartolina i un rodet comercial de 126

4. Confecció i ús d'un quadern on enregistrar els procediments emprats i les millores possibles.

b) Fets, conceptes i sistemes conceptuals
Unitat 1: Per què podem fer fotografies?
– formació d'imatges
– processos físics i químics implicats en l'enregistrament d'una fotografia
Unitat 2: Una llauna transformada en càmara fotogràfica.
Unitat 3: Una cambra fosca amb un rodet en color.
Unitat 4: Una exposició fotogràfica.

c) Actituds, valors i normes
1. Tendència a la meticulositat i exactitud en la realització d'experiències i en l'ús de l'utillatge propi del procés fotogràfic.
2. Satisfacció per la resolució de problemes mitjançant la investigació en equip

IV) Orientacions didàctiques

Necessitat de fer comprendre als alumnes la relació entre el domini de la tècnica en l'elaboració d'una fotografia i la seva capacitat de comunicació o expressió.

Bibliografia

FERNÁNDEZ CHITI, J. (1982), *Curso práctico de cerámica, tomo 4: Apéndices Generales,* Buenos Aires, Condorhuasi.
SALVAT, J. (dir.) *et al.* (1979), *Historia de la Fotografía.* Barcelona, Salvat.
USLAND, S. D. (dir.) *et al.* (1979), *Enciclopedia Práctica de la Fotografía. tomo 2.* Barcelona, Salvat.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 375-379

INTERÈS PER LES PROTEÏNES: G. J. MULDER (1802-1880), E. FISHER (1852-1919), R. WILLSTÄTTER (1872-1942), J. B. SUMNER (1887-1955), F. SANGER (1918)

Santiago Garcia Vallvé; Miguel Angel Montero Simó; Antoni Rojas Pérez; Antoni Romeu Figuerola
Grup d'Història de la Bioquímica. Departament de Bioquímica i Biotecnologia. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona

Paraules clau: *proteïnes, enzims, enllaç peptídic, seqüència d'aminoàcids.*

Interest in proteins: G. J. MULDER (1802-1880), E. FISHER (1852-1919), R. WILLSTÄTTER (1872-1942), J. B. SUMNER (1887-1955), F. SANGER (1918)

Summary: *Elementary analyses were used by Mulder, from 1837 onwards, in a way that arose great attention. In 1837, Mulder concluded that fibrin, egg albumin, serum albumin and wheat albumin contained a substance (radical) C40H62N10O12 (protein) and a few atoms of phosphorus. Mulder introduced the term «protein» to designate a radical common to all vegetable and animal ferments. While Fisher proposed that proteins were formed by polimerization of amino acids and that all proteins were polypeptides, Willst,,tter concluded that enzymes were not proteins. Sumner obtained the crystalline form of the enzyme urease and Fisher sequenced the first protein (the insuline).*

Key words: *proteins, enzymes, peptide bond, amino acid sequence.*

1. Gerardus Johannes Mulder (1802-1880). Químic holandès

Mulder fou un dels fundadors de la química agrícola, juntament amb Justus von Liebig (1826-1900). Mulder investigà el metabolisme animal, i en aquest context, el 1839 donà per a l'ovalbúmina, la seralbúmina i la fibrina la mateixa fórmula empírica: $C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}$, que després feu extensiva per al gluten vegetal (Florkin i Stolz, 1979). D'acord amb les idees de Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), per a Mulder la fórmula empírica representà un radical que es podia combinar amb un sofre i un fòsfor. Tot seguint els suggeriments de Berzelius, Mulder denominà proteïnes a aquest grup de productes naturals. Els químics de la primera meitat del segle XIX tendeixen a suposar que totes les proteïnes ofereixen el mateix anàlisi elemental i que poden ésser representades per l'esmentada fórmula empírica general. Prèviament, William Prout (1785-1850), que l'any 1815 formulà la teoria que el pes atòmic de qual-

sevol element químic és un múltiple exacte del pes atòmic de l'hidrogen, ja classificà les molècules dels aliments en sacarinoses, oleaginoses i albuminoses. L'abundància regular d'albuminoses en tot tipus de cèl·lules aviat feu imposar la idea que les proteïnes són les substàncies fonamentals per a la vida. En aquest sentit, Thomas Henry Huxley (1825-1895), biòleg anglès defensor de Darwin, popularitzà el 1868 la idea que el protoplasma, substància semifluida proteica, és la base física de la vida (Cordón, 1997).

La contribució de Mulder en l'estudi de les proteïnes fou rellevant, així com el suport de Berzelius, i polaritzà l'atenció de molts químics orgànics de l'època (Mulder, 1838). S'observaren certes divergències en els resultats de les fórmules empíriques, hom ha de trobar la raó principal en què la dificultat raïa en obtenir proteïnes pures a partir d'una mescla. Tot plegat feu que durant la segona meitat del segle XIX l'estudi químic de les proteïnes perdés interès. El curs de la química orgànica en aquest període feu, però, que hom centrés l'atenció en l'estudi dels alfa-aminoàcids, els productes d'hidròlisi de les proteïnes, del qual reeixí a començament del segle XX el coneixement molecular de les proteïnes. Tanmateix, però, l'interès biològic de les proteïnes es mantingué ben alt durant tot el segle XIX. Aleshores, les proteïnes objecte d'estudi eren els «ferments solubles» (ureasa, amilases, proteases, lipases) i la seva existència animaren la polèmica entre Pasteur i Liebig, Bernard i Berthelot, en quant al significat de les fermentacions (Pasteur, 1860). També, és remarcable la visió de Traube i posteriorment de Nägeli i Buchner. Els ferments solubles, d'alguna manera, qüestionaren la proposta de Pasteur sobre el reduccionisme de la vida al nivell cel·lular (Traube, 1878).

2. Emil Fisher (1852-1919). Químic alemany

Fisher estudià sistemàticament els sucres, algunes substàncies colorants artificials i els aminoàcids. El 1902 fou distingit amb el premi Nobel de química. Fisher posà una base important de la bioquímica: la natura química de les proteïnes. El 1906 obtingué polipèptids per condensació d'aminoàcids, i demostrà experimentalment que les proteïnes són polipèptids (Lehninger, 1988). Mitjançant una investigació completa i sistemàtica posà de manifest que: (i) les proteïnes estan constituïdes exclusivament per L-α-aminoàcids; (ii) que en les proteïnes aquests L-α-aminoàcids estan combinats entre si formant cadenes lineals per enllaços peptídics produïts per deshidratació del carboxil d'un aminoàcid i del grup amino d'un altre. Fisher aïllà de les proteïnes L-α-aminoàcids. D'altra banda, per la via de la síntesi obtingué mescles racèmiques d'aminoàcids, que seguint el mètode de Pasteur de separació d'estereoisòmers, obtingué els isòmers L (per conveni i en correspondència amb la L-alanina). D'aquesta manera els resultats de Fisher donaren suport al pensament biològic de Pasteur sobre la vinculació de l'estereoisomeria a la vida (Cordón, 1997).

Fisher arribà a obtenir sintèticament un polipèptid de 18 L-α-aminoàcids que donava les reaccions generals de les proteïnes (biuret, etc.) i era hidrolitzat per proteases. En quant a la funcionalitat de les proteïnes, Fisher els hi atribuí, també, encertadament, la funció enzimàtica i destacà l'especificitat dels enzims. Fisher fou de l'opinió que els enzims són proteïnes, per la seva condició d'ésser polímers constituïts per monòmers amb una determinada estereoisomeria. Així, els enzims estarien especialitzats en atacar substrats amb una determinada isomeria, ajustant-se els uns als altres «com el pany a la clau». Aquest concepte mecanístic d'interacció enzim-substrat persisteix avui dia i segueix essent citat en els textos de

bioquímica. Ara bé, Fisher considerava inverosímil que el pes molecular de les proteïnes fos més gran de 5000, i no els hi atribuí la naturalesa supramolecular (de macromolècula). En l'estudi de les proteïnes, els bioquímics hagueren de superar la dificultat del problema de la purificació de les proteïnes. Això portà a l'aclariment que: (i) les proteïnes tenen un pes molecular molt superior al inicialment previst; (ii) les proteïnes no són mers col·loids, i (iii) les proteïnes tenen una estructura clarament supramolecular.

3. James Batcheller Sumner (1887-1955). Bioquímic nord-americà

Gran part de la història de la bioquímica és la història dels enzims. El terme «ferment» fou gradualment reemplaçat pel nom d'enzim. Aquest fou proposat per Kühne el 1878, ve del grec i vol dir «en el llevat». La primera teoria general sobre catàlisi química, publicada per J. J. Berzelius (1835) incloïa un exemple d'un enzim, la distasa de la malta, i senyalava que la hidròlisi del midó catalitzada pel la diastasa és més eficaç que la hidròlisi catalitzada per l'àcid sulfúric (Lehninger, 1988). Malgrat que L. Pasteur (1860) reconegué que la fermentació es catalitzada per enzims (ferments), postulà que aquests es troben lligats amb l'estructura i la vida de les cèl·lules de llevat. Fou un pas endavant molt important el descobriment de E. Büchner (1897) d'extreure els enzims que catalitzen la fermentació alcohòlica de les cèl·lules de llevat (Haldane, 1965).

No obstant això, el primer enzim en forma cristal·lina no fou aïllat fins uns anys després. Això ho aconseguí J. B. Sumner, el 1926, amb la ureasa, a partir de llavors de *Canavalia Ensiformi* (Sumner, 1926). La importància dels seus treballs, no reconeguda fins molt més tard, rau sobretot en l'esclariment definitiu de la natura química dels enzims (ferments). Sumner demostrà que els cristalls eren constituïts per proteïna, i arribà a la conclusió, contraria a l'opinió que prevalia aleshores, que els enzims són proteïnes.

El 1946 li fou atorgat el Premi Nobel de Química. En la mateixa línia de treball de Sumner, el 1930 J. H. Northrop cristal·litzà l'enzim pepsina a partir de suc gàstric de porc (Northrop, 1930). L'estudi de cristalls de Sumner i Northrop obrí un debat en el món de la química orgànica, bàsicament encapçalat per R. Willstätter (Stent, 1973).

4. Richard Willstätter (1872-1942). Químic alemany

Willstätter estudià la constitució de diversos alcaloides i de la clorofil·la. Féu recerques sobre els enzims, les antocianines i els carotenoids. El 1915 li fou atorgat el Premi Nobel de Química pels seus estudis sobre els pigments vegetals. En la història de la bioquímica, des del començament del segle XX, agafa força la idea que la descomposició de la glucosa en la fermentació alcohòlica és el resultat d'un complex procés intracel·lular catalitzat per enzims. Willstätter proposà que els enzims havien d'ésser molècules senzilles i molt diverses entre si, i complementàries químicament a l'estructura del substrat (Waldschmidt-Leitz, 1933). En contra de la idea de Willstätter hi havia els treballs de Sumner sobre la ureasa i d'altres autors posteriors que també cristal·litzaren altres enzims extracel·lulars, tot demostrant que aquests enzims extracel·lulars (antigament, ferments solubles) són proteïnes pures (Sumner, 1933).

Des de finals del segle XIX fins a les primeres proteïnes cristal·litzades, hom consi-

derà que les proteïnes eren suports col.loidals dels propis enzims, catalitzadors químics de les reaccions del metabolisme. Hi havia una confusió entre el concepte de suport col·loidal de catalitzadors i el del propi catalitzador molecular (enzim) (Cordón, 1997).

Willstätter, pel seu pensament químic considerà els enzims com molècules no proteiques, la qual cosa fou errònia. Tanmateix, el portà a polemitzar fortament amb Sumner sobre la natura química dels enzims. L'opinió de Willstätter fou acceptada pels seus deixebles i per bona part de la comunitat científica. El contingut de ferro en la catalasa fou utilitzat a favor de la idea de Wilstätter, que es feu extensiva a la ureasa. Per contra, Sumner defensà que la ureasa és una proteïna pura (Sumner J. 1933). Àdhuc, Sumner vacil·là de l'existència de grups de natura no aminoacídica a les proteïnes. Aquesta discussió no impedí que el 1925 Michaelis i Menten elaboressin la seva teoria d'activitat enzimàtica (Haldane, 1965). Malgrat tot, i des del coneixement actual, hom pot trobar atenuants per a la mala interpretació de Willstätter en: (i) el paper de cofactors i grups prostètics en l'activitat enzimàtica; (ii) la gran eficiència catalítica dels enzims; (iii) la limitada sensibilitat de les tècniques d'anàlisi de proteïnes. En definitiva, avui sabem que els enzims són proteïnes, però en molts casos, no únicament una cadena d'aminoàcids convenientment estructurada.

5. Frederick Sanger (1918). Bioquímic britànic

En base a la informació que Sanger coneixia sobre les propietats químiques dels pèptids senzills, ideà una estratègia general per a determinar la seqüència d'aminoàcids dels pèptids i de les proteïnes. El 1953, Sanger determinà l'estructura primària (seqüència d'aminoàcids) de les cadenes polipeptídiques de la insulina (Sanger, 1953). Això marcà un fita, atès que fou la primera de la qual s'arribà a conèixer la seva estructura covalent completa. El protocol contemplava la identificació dels aminoàcids terminals, la reducció de ponts disulfur, la hidròlisi mitjançant proteases específiques i l'anàlisi dels pèptids resultants. Tot plegat fa que si hom sotmet la proteïna objecte d'estudi a diferents tractament hidrolítics, hom obté una informació, que permet deduir la seqüència original, com si es tractés d'un trencaclosques.

El 1958 rebé, el Premi Nobel de Química, també el 1980. Sanger desenvolupà el mètode que porta el seu nom d'anàlisi d'aminoàcids. Aquest consisteix en fer-los reaccionar amb 1-fluoro-2,4-dinitrobenzè, amb la qual cosa hom obté un derivat dinitrofenilat del grup amina. En les proteïnes i pèptids, el reactiu només reacciona amb l'aminoàcid N-terminal i amb els grups amino de la cadena de lisina. Després d'una hidròlisi dels enllaços peptídics, hom identifica els dinitrofenilats dels aminoàcids per cromatografia (Sanger i Tuppy, 1961). Posteriorment el reactiu de Sanger fou substituït per altres més sensibles, com el clorur de dansil, o pel fenilisotiocianat, proposat per P. Edman (1967).

Bibliografia

CORDÓN, F. (1997). *Historia de la Bioquímica*, Madrid, Compañia Literaria.
EDMAN, P.; BEGG, G. (1967). «A protein sequenator», *Europ. J. Biochem, 1*, 80-91.
FLORKIN, M.; STOLZ, E.H. (1979). *Comprehensive Biochemistry* (part VI: a history of biochemistry), 30:123-126, Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company.

HALDANE, J.B.S. (1965). *The Enzymes*, Cambridge, MIT Press.
LEHNINGER, A.L. (1988). *Bioquímica*, Barcelona, Ediciones Omega, S.A.
MULDER, G.J. (1838). *Ann. Pharm., 28*, 73.
NORTHROP, J.H. (1930). «Crystallyne pepsin. (i) isolation and tests of purity», *J. Gen. Physiol.*, 13, 739-766.
PASTEUR, L. (1860). «Mémoire sur la fermentation alcoholique», *Ann. Chim., 3è Sér., 58*, 323-346.
SANGER, F. (1959). «Chemistry of insulin», *Science, 129,* 1340-1344.
SANGER, F.; TUPPT, H. (1961). «The amino acid sequence in the phenylalanyl chain of insulin», *Biochem. J., 49*, 463-490.
STENT, G.S. (1973). *Genética Molecular*, Barcelona, Ed. Omega.
SUMNER, J.B. (1926). «The crystallization of the enzyme urease», *J. Biol. Chem., 69*, 435-441.
SUMNER, J.B. (1933). «The chemical nature of enzymes», *Science, 78*, 335-336.
TRAUBE M. (1878). «Die chemische theorie der fermentwirkungen und der chemismus der respiration», *Ber. Chem. Ges., 11*, 1984-1992.
WALDSCHMIDT-LEITZ, F. (1933), «The chemical nature of enzymes», *Science, 78*, 189-190.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 381-385

DE MENDEL I LES LLEIS DE LA PROBABILITAT A LA REALITAT DEL GEN

Santiago Garcia Vallvé; Teresa Mairal Lerga; José Ignacio Francin Oñate; Silvia Porta Antolinez; Joan Josep Garcia Miracle; Antoni Romeu Figuerola
Grup d'Història de la Bioquímica. Departament de Bioquímica i Biotecnologia. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona

Paraules clau: *Mendel, gen, probabilitat, herència, cromosoma.*

From Mendel and the probability laws to the reality of gene

Summary: *Mendel's work, which did not influence the general scientific community until years after his death, demonstrated that parents pass on to their offspring discrete heritable factors (genes) which retain their individuality generation after generation. Mendel discovered patterns of inheritance by breeding garden peas. Mendel adopted a quantitative approach to experimentation that contrasted sharply with the nonmathematical methods that dominated nineteenth-century biology. Cytologists worked out the process of meiosis in the 1890s. In 1902 W.S. Sutton noted that homologous chromosomes separated during meiosis, and a chromosome theory of inheritance began to take form.*

Key words: *Mendel, gene, probability, inheritance, chromosome.*

1. Gregor Mendel (1822-1884)

Aproximadament en la mateixa època en què Darwin estava escrivint *L'origen de les espècies*, un monjo austríac, Gregor Mendel, començava una sèrie d'experiments que portarien a una comprensió del mecanisme de l'herència. Johann Mendel, botànic austríac, cursà estudis secundaris a l'institut de Leipzig, assistí a la Universitat de Viena durant dos anys, on realitzà estudis de matemàtiques i ciències. Posteriorment fou ordenat sacerdot a Brno, on prengué el nom de Gregor (Curtis i Barnes, 1993). Mendel es retirà al monestir de Brno, del qual arribà a ésser abat. El treball de Mendel es realitzà en un tranquil jardí del monestir. Dedicà bona part del seu temps a l'experimentació amb diverses classes de pesolars, que encreuava mitjançant la pol·linització artificial (l'estructura reproductiva de la flor del pèsol es troba tancada per pètals, en conseqüència la flor s'autopol·linitza, amb la qual cosa no es dóna un encreuament accidental entre plantes de diferents varietats) (Stent, 1973). El 1865, publicà «Experiments d'hibridació en plantes», on arribà a establir les lleis generals de la hibridació,

que més tard reberen el seu nom, la importància de les quals no fou reconeguda ni per la societat local d'història natural ni pels savis coetanis, com Nägeli. En el treball original, Mendel digué: «El valor i la utilitat de qualsevol experiment depèn de l'elecció del material adient a la finalitat pel qual hom el fa servir» (Mendel, 1865). Mendel no fou considerat el veritable fundador de la genètica fins que, setze anys després de la seva mort, Hugo de Vries donà a conèixer a la comunitat científica la seva obra.

A mitjan segle XIX hom sabia que els òvuls i els espermatozoides són cèl·lules especialitzades i que tant l'òvul com l'espermatozoide contribueixen a les característiques hereditàries del nou individu. Però, per quin mecanisme aquestes cèl·lules especials, anomenades gamets, poden transmetre les característiques de l'herència? La gran contribució de Mendel fou demostrar que les característiques heretades són portades en unitats discretes que es reparteixen per separat en cada generació. Aquestes unitats discretes, que Mendel anomenà «elemente», finalment foren conegudes com «gens» a (Stern i Sherwood, 1966).

2. Aspectes històrics del càlcul de Probabilitats

El càlcul de probabilitats sorgí a França al segle XVII amb els matemàtics Blaise Pascal (1623-1662) i Pierre Simon de Fermat (1601-1665). La motivació principal era l'estudi del guany esperat en els jocs d'atzar (ruletes, daus, cartes, etc.) i, per tant, l'objectiu era el càlcul directe de la probabilitat utilitzant tècniques de combinatòria. la noció de probabilitat en què hom es basava fou formulada l'any 1795 pel matemàtic francès Pierre Simon Laplace (1749-1827) de la següent manera: «Si un fenomen pot produir un nombre de resultats diferents i igualment probables, la probabilitat d'un esdeveniment associat al fenomen és definida com el quocient del nombre de resultats favorables a l'esdeveniment pel nombre total de resultats possibles». La descripció de Laplace, però, no pogué ésser considerada com una definició matemàtica perquè no dóna un criteri que distingeixi els casos «igualment probables» dels que no ho són (Snedecor i Cochran, 1995). Això feia, també, que l'aplicació al càlcul generés diverses ambigüitats i paradoxes. Hom evita aquesta dificultat amb la llei empírica de l'atzar: «En una sèrie llarga de repeticions d'una experiència, la freqüència relativa d'un esdeveniment (quocient del nombre de vegades que es produeix pel nombre total de realitzacions) s'aproxima a la seva probabilitat». La manca de precisió d'aquesta formulació la fa inadequada per als càlculs i no és tampoc un enunciat matemàtic perquè depèn de l'experimentació. En realitat constitueix una primera versió d'un dels resultats fonamentals de la teoria de la probabilitat, la llei dels grans nombres (també llei dels nombres grossos), demostrada per Jakob Bernoulli (1654-1705) l'any 1713 (*Ars Conjectandi*, publicació póstuma). Aquesta llei, coneguda també amb el nom de teorema de Bernoulli, fa aparèixer el lligam que hi ha entre freqüència i probabilitat, la qual és el valor mitjà de la freqüència per a un nombre molt gran de proves. Mitjançant un coneixement profund de les lleis de la probabilitat hom pot interpretar resultats i extreure'n previsions per al futur. La teoria de la probabilitat ha evolucionat cap a temes més específics, com els processos estocàstics, definits com variables aleatòries que són funció del temps i introduïts en l'estudi de l'evolució de sistemes (econòmics, biològics i tècnics) (Schödinger, 1945). Tanmateix, diferents graus d'influència del passat damunt del present donen lloc a diferents tipus de processos, com per exemple, les cadenes de Markov (Lipschutz, 1971).

3. Les lleis de Mendel: un elegant matrimoni de la biologia i les matemàtiques

El resultat de nombrosos experiments amb vegetals portaren a Mendel a la formulació de les lleis genètiques fonamentals. La primera llei de Mendel, o de la dominància, diu que hi ha una disjunció de les característiques en els híbrids (anomenada actualment, llei de la segregació genètica. Segregació dels al.lels d'un gen) (Correns, 1950). Mendel arribà a aquesta llei observant els resultats de molts encreuaments. Per exemple, quan encreuava pesolars de raça «gran» (G) amb pesolars de raça «nana» (g) , en resultava una primera generació amb tots els individus de mida gran (la característica gran hi és dominant, per la qual cosa la primera generació és uniforme) i, en creuar mútuament els individus d'aquesta generació, en sortia una segona generació amb una quantitat de pesolars dividida així: tres quartes parts de «grans» i una quarta part de «nanes». Les dues característiques (dominant i recessiva) de la primera generació s'havien dissociat dins les cèl·lules reproductores i s'havien combinat entre elles de totes les maneres possibles. En alguns dels pèsols fills s'havia produït la reunió de dos caràcters recessius (dels progenitors), i aleshores aquest caràcter, en no ésser dominat per l'altre, es manifestava, i justament en la proporció d'un cada quatre (Stern i Sherwood, 1966).

Els responsables d'aquestes característiques avui reben el nom de gens, i cadascuna de les formes distintes que pot representar un gen és anomenada al·lel. La segona llei de Mendel és la de la independència de les característiques, és a dir, que hi ha una transmissió independent de dos parells de «gens», els quals es combinen independentment l'un de l'altre de totes les maneres possibles. Quan Mendel encreuà dues races de pèsols que es diferenciaven per dues característiques, en lloc de diferenciar-se per una de sola (per exemple, pèsols de llavor rodona i groga amb pèsols de llavor arrugada i verda), constatà que en la segona generació les disjuncions dels dos parells de característiques es produïen independentment, com si s'haguessin format, no ja dues, sinó quatre classes d'òvuls i també quatre classes de grans de polen (groc, rodó, groc arrugat, verd rodó, verd arrugat), i es produïen quatre tipus d'individus pel color i per la forma de les llavors: nou de grogues i llises, tres de verdes i llises, tres de grogues i arrugades i una de verda i arrugada, segons les lleis de la probabilitat (Stern i Sherwood, 1966).

Quan Mendel aplicà les matemàtiques a l'estudi de l'herència estava declarant, doncs, que les lleis de probabilitat s'apliquen a la biologia igual que a les ciències físiques i químiques. En el camp de la genètica, Mendel expressà quantitativament el caràcter aleatori d'un esdeveniment o fenomen que cregué que podia succeir. Cal remarcar que Mendel, al plantejar-se els seus experiments, féu diverses suposicions: (i) per a cada «gen» la meitat dels gamets masculins produïts contenien un «al·lel» patern, i l'altra meitat l'altre «al·lel» patern; (ii) per a cada «gen», la meitat dels gamets femenins produïts contenien un «al·lel» matern, i l'altra meitat contenia l'altre «al·lel» matern, i (iii) els gamets masculins i femenins es combinaven a l'atzar. Així, hom pogué, aplicar les lleis de la probabilitat. Ara bé, Mendel era coneixedor de la dificultat matemàtica a l'hora de treballar en probabilitats. Així, de la mateixa manera que si hom tira dues monedes quatre vegades, és improbable que s'obtingui els resultats de cara o creu segons una predicció probabilística, si hom realitza mil tirades a l'aire d'ambdues monedes s'estarà molt a prop dels resultats teòrics. Mendel fou conscient que la relació de dominants a recessius en la segona generació filial pot no ésser clarament visible si hom treballa amb una mostra petita. No obstant això, com més gran sigui la mostra més s'ajusta als resultats pronosticats per les lleis de la probabilitat (Campbell, 1990).

4. La citologia i la genètica s'uneixen

L'any 1900, tres botànics (C. Correns a Alemanya, E. von Tschermak a Àustria i H. de Vries a Holanda) retrobaren, d'una manera independent, per mitjà d'experiències amb diverses plantes els resultats de Mendel (Stent, 1973). Les lleis de Mendel foren verificades per T.H. Morgan i altres autors, i mitjançant la drosòfila fou descoberta la localització cromosòmica dels gens. Actualment els estudis citològics mostren que les lleis de Mendel són les conseqüències de la meiosi quan els caràcters són portats per cromosomes diferents (Morgan et al. 1915).

El 1902, poc després del redescobriment de l'obra de Mendel, Walter S. Sutton, estudiant graduat de la Universitat de Colúmbia, es trobava estudiant la formació de les cèl·lules sexuals en mascles de llagosta. Observant el procés de la meiosi, Sutton observà que els cromosomes s'aparellaven al començament de la primera divisió meiòtica. També observà que els dos cromosomes de qualsevol parell tenien una morfologia similar (Curtis i Barnes, 1993). Tanmateix, observà que en les cèl·lules diploids, els cromosomes aparentment es presenten en parells. Suton s'impressionà davant la correspondència que existia entre el que estava veient i la primera llei de Mendel, el principi de segregació (Edlen, 1988). De sobte, tots els fets encaixaven. Si hom suposava que els cromosomes porten els gens, els «elemente» descrits per Mendel. Actualment, aquesta idea pot semblar poc remarcable, però a principis de segle, el «gen» era per al genetista una idea abstracta o una unitat matemàtica, i pel citòleg el cromosoma era senzillament un cos que es tenyia fàcilment la funció del qual era desconeguda. Sutton raonà que els «al·lels» es trobaven en cromosomes homòlegs. Així, la llei mendeliana de la segregació dels al·lels podia ésser explicada per la segregació dels cromosomes homòlegs en la meiosi. El fet que Mendel triés característiques els gens de les quals estan localitzats en diferents parells de cromosomes homòlegs, fou essencial per a l'èxit del seu treball (Curtis i Barnes, 1993).

5. Mutacions i teoria de l'evolució

El treball de Mendel omplí el buit que hom pot trobar en la teoria de l'evolució de Darwin. La segregació dels «al·lels» explicà com es manté la variació de generació en generació. El primer capítol de *L'origen de les espècies*: «Les lleis que governen l'herència són força desconegudes. Ningú no pot dir per què la mateixa peculiaritat en diferents individus de la mateixa espècie, s'hereta en alguns casos i en d'altres no; per què l'infant retira sovint en alguns casos caràcters al seu avi, o a la seva àvia, o a un avantpassat encara més remot. Ens sembla un fet de certa importància que les peculiaritats que apareixen en els mascles de les nostres races domèstiques només es transmetin, sovint, de manera exclusiva o en molt major grau, als individus mascles» (Darwin, 1859). No obstant això, les lleis de Mendel plantejaren certs problemes als primers evolucionistes. Si totes les variacions hereditàries haguessin d'ésser explicades pel procés de redistribució proposat per Mendel, hi hauria poca o cap oportunitat per al tipus de canvi en els organismes imaginat per Darwin. Avui, hom sap que el resultat de les mutacions dóna una àmplia gamma de variabilitat en les poblacions naturals.

Bibliografia

CORRENS, C. G. (1900). «Mendel's Regel über des Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde», *Ber. Deutsch. Botan. Gesellschaft*, *18*, 158.

CURTIS, H.; BARNES, N. S. (1994). *Biología*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.

DARWIN, C. (1859). http://www.literature.org/Works/Charles-Darwin/

EDLEN, G. (1988). *Genetics principles: human and social consequences,* Portola Valley, California, Jones & Bartlett.

LIPSCHUTZ, M. M. (1971). *Probabilidad*, New York, McGraw-Hill.

MENDEL, G. (1865). http://www.netspace.org/MendelWeb/

MORGAN, T. H.; STURTENVANT, A. H.; MULLER, H. J.; BRIDES, C. B. (1915). *The mechanism of mendelian heredity*, New York, Henry Holt.

SCHÖDINGER, E. (1945), *What is life?*. New York, Cambridge Univ. Press.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. (1995). *Statistical Methods*, Eighth edition. Ames, Iowa, Iowa State University Press.

STENT, G. S. (1973). *Genética Molecular*, Barcelona, Ed. Omega.

STERN, S.; SHERWOOD, E. R. (1966). *The Origins of Genetics: A Mendel source book*, San Francisco, W.N. Freeman and Co.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 387-392

EL FONS DOCUMENTAL CIENTIFICOHISTÒRIC DE LA BIBLIOTECA DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE

Maria Genescà; Imma Llombart
Observatori de l'Ebre. CSIC-URL. Roquetes

Paraules clau: *Observatori de l'Ebre, biblioteca, fons documental, Ciències de la Terra i l'Espai, documentació científica, segle XIX i XX.*

Scientific and historic documentation from the Ebre Observatory's Library

Summary: *The library of Ebre Observatory is specialized in Earth and Space sciences. Since its foundation in 1904 an important scientific documentation has been compiled, being of the great interest for the history of sciences. This work is an introduction to that documentation, its creation and evolution spetially during the first twenty years of this century.*

Key Words: *Ebre Observatory, library, scientific documentation, Earth and Space Sciences, XIX and XX centuries.*

1. Introducció

La Biblioteca de l'Observatori de l'Ebre és una biblioteca científica especialitzada en ciències de la Terra i l'Espai que va néixer el 1904 en fundar-se l'Observatori. Des del seu inici el fundador, R. Cirera, S.J., va projectar-la com un servei indispensable per portar a terme els objectius de l'Observatori: la recerca i la divulgació de les ciències.

Els viatges que R. Cirera va fer durant els quatre anys anteriors a la fundació de l'Observatori per tal de conèixer els diferents observatoris i institucions i entrar en contacte amb diverses personalitats, de ben segur que foren fructífers de cara a la recopilació de fons. El fons inicial es va formar mitjançant la compra i l'intercanvi de llibres i diverses col·leccions científiques com Congressos, Memòries, Butlletins, Revistes, etc., de diferents institucions, especialment d'observatoris (Cirera, 1906: 21-22). En començar les publicacions de l'Observatori de l'Ebre s'estableix un intercanvi bibliogràfic regular amb institucions científiques d'arreu del món que creix ràpidament. Així es va anar recopilant i organitzant un considerable fons, de manera que cap al primer quart de segle XX l'Observatori posseïa una biblioteca ben assortida en obres de totes les branques de les ciències i les seves aplicacions i, molt especialment, amb aquelles que estaven relacionades directament o indirectament amb l'especialitat de l'Observatori. Per aquesta època ingressen a la biblioteca prop d'un miler anual de llibres i fulletons i són més de dos-cents els títols de publicacions periòdiques, la majoria rebudes per intercanvi (Puig, 1927: 130).

2. Les publicacions de l'Observatori de l'Ebre

Les publicacions pròpies de l'Observatori van ser, i continuen essent, la base principal de la formació del fons documental de la biblioteca. Aquestes, a més de permetre l'establiment d'un intercanvi internacional de publicacions que en molts casos encara avui continua, van fer una important tasca de difusió de la ciència. Si bé de l'Observatori en van sortir obres com *El Firmamento* del pare Rodés, o treballs divulgatius com *Harmonies del Firmament* del mateix autor, –text d'una conferència pronunciada al Palau de la Música–, les principals publicacions de l'Observatori han estat el *Butlletí*, les *Memòries*, la revista *Ibèrica* i posteriorment la *Miscel·lània*.

2.1. Memorias del Observatorio del Ebro.

Fou la primera sèrie de publicacions de l'Observatori. Els primers números es van publicar en castellà i en francès. Es tracta d'una publicació de caràcter cientificotècnic que s'inicià el 1906. Els primers números donen a conèixer amb detall les seccions de l'Observatori de l'Ebre, els mètodes que utilitzaven i la seva instrumentació. Aquests treballs foren escrits pels científics que en aquells moments treballaven en les diferents seccions: R. Cirera, M. Balcells, E. Merveille, J. Garcia Mollà, J. Pericas, J. Ubach. Els posteriors números contenen treballs de recerca, tesis, congressos, etc.

2.2. Boletín mensual del Observatorio del Ebro.

És amb aquesta publicació, que apareix regularment des de 1910, quan veritablement s'estableix i s'intensifica l'intercanvi de publicacions. El *Butlletí* publicava les dades d'observació registrades a les diferents seccions en què estava estructurat el Centre en aquella època: geofísica –que incloïa geomagnetisme, corrents tel·lúrics i sismologia–, meteorologia i electricitat atmosfèrica i heliofísica. La publicació té uns interessants resums anuals i sovint conté notícies i informacions rellevants per a l'Observatori, així com algun treball original.

2.3 Ibérica

La revista *Ibérica* neix el 1913 amb una clara finalitat divulgadora. Portava un subtítol prou indicatiu: «El progreso de las ciencias y de sus aplicaciones». El pla del pare Cirera era fundar una revista que convisqués amb l'Observatori i contribuís a difondre el coneixement científic i a fomentar el progrés de les ciències (Cirera, 1913: 1-5). Aquesta revista es va portar a terme a l'Observatori durant gairebé dotze anys sota la direcció de R. Cirera, J. Albiñana i A. Linari, tots ells jesuïtes, fins que passà a publicar-se a Barcelona el 1925. El prestigi assolit per l'Observatori i la qualitat de la revista va fer que aconseguís un gran renom i difusió, especialment a Espanya i Sudamèrica. Hi van col·laborar els científics de l'Observatori –R. Cirera i Ll. Rodés (directors), J.Albiñana, J. Pericas, B. Clusella, P. Trullas, J. Garcia Mollà, J. Ortega (caps de les seccions sísmica, meteorològica, magnètica i solar)–, altres je-

suïtes que en determinats períodes van passar per les seccions de l'Observatori i per les facultats jesuïtes, i altres col·laboradors de prestigi.

2.4 Publicaciones del Observatorio del Ebro. Miscelánea

La primera *Miscel·lània* apareix el 1947 i presenta treballs de caràcter miscel·lànic i contribucions a revistes científiques.

3. Fons Documental

El fons documental cientificohistòric està format bàsicament per monografies i publicacions periòdiques del segle XIX i XX i per l'arxiu de dades que l'Observatori ha generat al llarg d'aquests anys en les diferents seccions.

3.1 Fons Monogràfic

En el fons monogràfic que hi havia a la biblioteca fins el primer quart del segle XX hi trobem obres de científics destacats dins dels camps en que es treballava a l'Observatori: C. Abbé, H. Andoyer, A. Angot, F. Aragó, S. Arrhenius, J. Bosler, M. F. Brünnow, A. M. Clerke, J. Comas Solà, L. I. Duperrey, C. E. Dutton, C. Flammarion, B. Galitzin, H. H. Hildebrandsson, A. de Humboldt, P. S. Laplace, J. N. Lockyer, E. Mascart, E. Mathias, J. C. Maxwell, J. Milne, F. Montessus de Ballore, M. M. Navarro-Neumann, R. Patxot, H. Poincaré, R. A. Proctor, W. de la Rue, F. Tisserand, C. Schaefer, G. Schiaparelli, A. Secchi, Vaschy, C. Wolf. Alhora, hi havia interessants obres de matemàtiques, física, química i ciències naturals. En aquesta mateixa època es va rebre a la biblioteca el llegat de J. J. Landerer que va passar a enriquir el fons esmentat (Genescà, 1994).

3.2 Fons Hemerogràfic

En aquesta secció hi trobem les revistes científiques més importants de l'especialitat en què es treballava. En el primer quart de segle hi havia tot tipus de publicacions de societats científiques, d'acadèmies de ciències, d'universitats, de serveis de dades i publicacions de gairebé tots els observatoris del món (Puig, 1927 : 130). Encara que d'un fons d'aquestes característiques és difícil fer-ne una selecció, mencionarem alguns títols de revistes que creiem significatius: *Annales du Bureau Central Meteorologique de France* (París), que va continuar *Annales de l'Institut de Physique du Globe* (París), *Astronomische Nachrichten* (Kiel), Astrophysical Journal (Chicago), *Beitrage zur Geophysik* (Leipzig), *Bulletin Astronomique (París), Bulletin de la Société Astronomique de France* (París), *Bulletin of the Earthquake Research Institute University of Tokyo* (Tokyo), *Bulletin of the seismological Society of America* (Berkeley), *Ciel et Terre* (Bruxelles), *Comptes Rendus* (París), *Connaissance des temps* (París), *Geophysical Suplements to the Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*

(Londres), que va continuar *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, *Journal de Physique Théorique et Appliquée* (París), *Journal of the British Astronomical Society* (Londres), *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, *Meteorologische Zeitschrift* (Braunschweig), *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (Oxford), *Monthly Weather Review* (Washington), *Nature* (Londres), *Nature* (París), *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* (Londres), *Revue des Questions Scientifiques* (Bruxelles), *Revue Générale de Sciences Pures et appliquées* (París), *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* (Richmond), que va continuar el 1949 Journal of *Geophysical Research.*

3.3 Arxiu de dades d'observació

La secció d'arxiu de dades conté una col·lecció extensa i important de les sèries d'observació i registres dels diferents paràmetres geofísics que s'han anat acumulant al llarg d'aquest segle en les diferents seccions en que s'ha treballat a l'Observatori: secció solar, sísmica, magnètica, meteorològica i ionosfèrica. Cal assenyalar especialment que l'enregistrament de dades meteorològiques s'inicià el 1880 a la Facultat de Teologia i Filosofia que els jesuïtes tenien a Jesús (Tortosa).

El fons de la biblioteca al llarg d'aquests gairebé cent anys d'existència ha continuat creixent en la mateixa línia. S'han incorporat noves tecnologies i nous suports documentals –hi ha CD-ROM, microfitxes, disquets, etc. Actualment, el fons sobrepassa els 50.000 volums. Hi ha uns mil cinc-cents títols de publicacions periòdiques dels quals més de tres-cents es reben regularment. Algunes col·leccions de publicacions periòdiques s'iniciaren el segle passat i són úniques al país.

En el 25è aniversari de la Fundació de l'Observatori de l'Ebre es va inaugurar el Pavelló Landerer (Rodés, 1930), on es va traslladar la biblioteca després de la Guerra Civil, i és l'actual lloc d'ubicació d'aquest fons documental gairebé centenari que és, possiblement, el millor del país en la seva especialitat.

Bibliografia

CIRERA, R. (1906). «Biblioteca y Revistas». A: *Noticia del Observatorio y de algunas observaciones del eclipse de 30 de agosto de 1905,* Barcelona, Gustavo Gili, Memoria del Observatorio del Ebro, 1, 21-22.

CIRERA, R. (1910). «El Observatorio del Ebro», *Boletín Mensual del Observatorio del Ebro,* 1, (1), 7-14. (Prólogo)

CIRERA, R. (1913). «La Ciencia al alcance de todos», *Ibérica, 1,* (Spécimen A), 1-5.

GENESCÀ, M. (1994). *El llegat Landerer a l'Observatorio de l'Ebre.* Roquetes, Observatori de l'Ebre, Publicacions de l'Observatori de l'Ebre. Miscel·lània, 41.

GENESCÀ, M. (1998). «Una biblioteca científica i centenaria», *L'Ebre,* 997, 16-17.

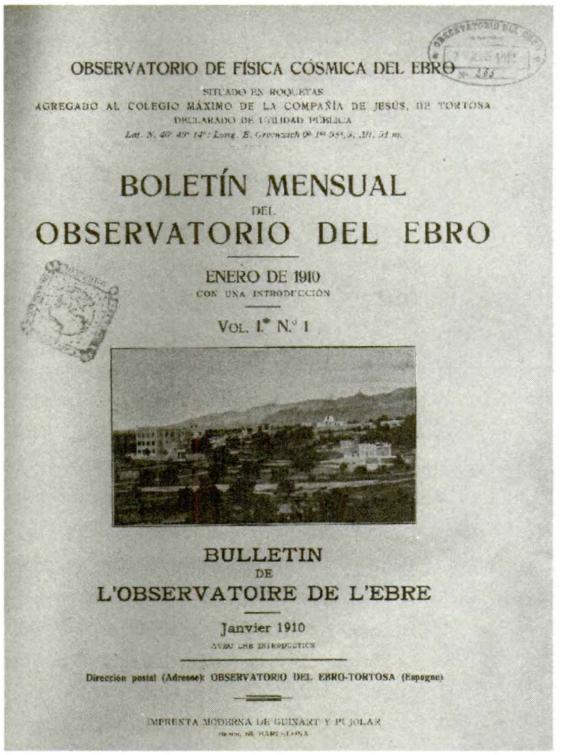
PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro. Idea general sobre el mismo.* Tortosa, Imprenta Moderna del Ebro de Algueró y Baiges.

RODÉS, L. (1930), «XXV Aniversario de la Fundación del Observatorio 1905-1930», *Boletín Mensual del Observatorio del Ebro,* 21, (8). Apèndix, 8 pàgines.

Notes

Per consultar la bibliografia dels científics mencionats de l'Observatori, properament podreu consultar el web de la biblioteca: *http://www.readysoft.es/home/observebre*

Fig. 1. Biblioteca de l'Observatori de l'Ebre als anys 1920



OBSERVATORIO DE FÍSICA CÓSMICA DEL EBRO

SITUADO EN ROQUETAS

AGREGADO AL COLEGIO MÁXIMO DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS, DE TORTOSA

DECLARADO DE UTILIDAD PÚBLICA

BOLETÍN MENSUAL

DEL

OBSERVATORIO DEL EBRO

ENERO DE 1910

CON UNA INTRODUCCIÓN

VOL. I.° N.° 1

BULLETIN

DE

L'OBSERVATOIRE DE L'EBRE

Janvier 1910

AVEC UNE INTRODUCTION

Dirección postal (Adresse): OBSERVATORIO DEL EBRO-TORTOSA (Espagne)

IMPRENTA MODERNA DE GUINART Y PUJOLAR

Fig. 2. Primera portada del Butlletí de l'Observatori de l'Ebre

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 393-398

ARNAU DE VILANOVA I LES PROPIETATS OCULTES, DE LA MÀGIA A LA MEDICINA UNIVERSITÀRIA[1]

Sebastià Giralt
IES Alella. CEHIC

Paraules clau: *Propietats ocultes, màgia, medicina medieval, astrologia.*

Arnau de Vilanova and occult properties, from magic to learned medicine

Summary: *Most therapeutics prescribed by Arnau de Vilanova in his medical works are dietetic or pharmacological. However, there are also cures based on occult properties of minerals, plants or animals, which often come from ancient magic but have been incorporated into medieval galenism. According to Arnau these occult properties, generated by astrological influence, are not rationally predictable, but can be known through own experience or by someone else's revelation. Even though Arnau accepts in theory that physicians can learn them from common people, it is doubtful that he has collected such cures if not transmitted by medical authorities.*

Key words: *Occult properties, magic, medieval medicine, astrology.*

Arnau de Vilanova (c. 1240-1311), un dels metges més destacats de l'Occident medieval, va esdevenir al llarg dels segles l'arquetipus de savi expert en les arts ocultes, i se li van anar atribuint obres apòcrifes sobre medicina màgica, astrològica i alquímia. Tanmateix, la recerca centrada en aquest autor la darrera meitat de segle ha esvaït la llegenda que envoltava la seva figura i ha tret a la llum un autor preocupat sobretot per instaurar un galenisme ortodox dins els estudis mèdics de la universitat de Montpeller. Aquests esforços també els va dirigir a la seva pràctica mèdica, de la qual resulta una mostra representativa l'unic *consilium*

[1] El text d'aquesta comunicació està adaptat d'una part d'un treball de recerca més ampli titulat «Els *consilia* atribuïts a Arnau de Vilanova: el *Regimen quartane*», presentat al CEHIC de la Universitat Autònoma de Barcelona. Voldria agrair a Jon Arrizabalaga, director del treball, i a Yolanda Segarra el seu ajut.

Una visió general del paper de l'ocultisme a l'obra d'Arnau va ser ja donada per Diepgen (1911) i per Thorndike (1923), II, 847-859. Tots dos estudis continuen essent molt útils, però cal servir-se'n amb precaució, ja que engloben tant els seus escrits autèntics com aquells l'atribució arnaldiana dels quals ha quedat posteriorment invalidada o qüestionada. És comprensible, doncs, que la imatge que donen de l'Arnau ocultista sigui confusa i plena de contradiccions, sense acabar de destriar la realitat de la llegenda. *Cf.* Paniagua (1969), esp. 56-58 i 72-77 i 83.

indubtablement escrit per ell, el titulat *Regimen podagre* (Arnau, 1520: 210rb-211ra), on prescriu a un malalt de poagre un tractament complet constituït per remeis dietètics, farmacològics i quirúrgics. Amb tot, hi inclou també un seguit de remeis que en l'actualitat ens poden sobtar pel seu caire màgic: aplicar damunt els peus adolorits un imant, una pell de guineu o les potes d'una granota, d'una àguila o d'una tortuga. Terapèutiques de la mateixa mena no són rares al llarg dels escrits arnaldians: la triaga, la suspensió de corall per al mal d'estómac o d'un segell astrològic per al mal provocat pel càlcul s'expliquen pel mateix principi. Hom es pot demanar de quina manera són compatibles amb una pràctica mèdica que Arnau vol racional i que es tradueix a la pràctica sobretot en les mesures dietètiques, farmacològiques i quirúrgiques predominants a les seves obres. La base teòrica per aquest tipus de remeis es troba especialment al *Speculum medicine* i al *De parte operativa*.

Al *Speculum medicine* (Arnau, 1520: 5ra-7rb i 22va-b; McVaugh, 1975: 17-20, 115-122 i 249-252) Arnau n'explica el fonament en el marc de la teoria farmacològica general galenista exposada en aquesta obra. Un compost posseeix tres tipus de qualitats: les primàries són aportades per la complexió de cadascun dels seus constituents —calent, fred, sec i humit—, que contrapesen el desequilibri provocat per la malaltia en favor de la qualitat contrària. Alhora la suma de les qualitats primàries dels components desenvolupen unes altres de secundàries. Tant les primàries com les secundàries d'un compost són previsibles per la raó. En canvi la *virtus* terciària, que rep el nom de *proprietas* o *virtus specifica*, és també anomenada de vegades *virtus occulta* perquè no pot ser percebuda directament pels sentits sinó a través dels seus efectes, i per tant no es pot conèixer a través d'un experiment cercat racionalment, sinó en tot cas d'una experiència casual; tampoc no és explicable a partir de les qualitats primàries i, com que va més enllà de les qualitats proporcionades pels constituents del compost, l'ha de produir un agent exterior: la influència dels astres. Els efectes de la *proprietas* poden provocar la malaltia o guarir-la, afectar tot el cos o solament una part. A les *Medicationis parabole* (II 40, *AVOMO*, VI.1, p. 43) arriba a afirmar que la *forma specifica* produeix una acció molt més intensa que no pas la derivada de la complexió.

Ja al mateix *Speculum medicine* deixa clar que la virtut oculta no tan sols actua en els fàrmacs quan recorre a l'exemple tòpic de l'atracció magnètica d'un imant, atribuïda a la *proprietas*, o quan, en parlar al principi del tractat de l'*aer* o ambient com una de les sis coses no naturals que condicionen la salut, afirma que l'*aer* pot estar influït per les virtuts ocultes d'astres, minerals, vegetals o animals fins a l'extrem d'esdevenir verinós o, per contra, d'actuar d'antídot per a qualsevol verí, segons passa —assenyala— en algunes illes irlandeses. Altres efectes poden ser aclarir i il·luminar la raó fins a permetre als homes veure-hi més enllà del que és normal i fins especular sobre el futur o, al contrari, confondre-la o llevar-la totalment.

Al *De parte operativa*, el fet de tractar de transtorns mentals mena l'autor a recórrer a la *proprietas* més sovint que en altres dels seus escrits clínics, malgrat que la majoria de les causes morboses i de remeis continuen depenent de les qualitats primàries i secundàries. En efecte, Arnau considera la virtut oculta quan afecta la ment com una de les causes de malalties psíquiques com l'estupor, l'estupidesa, la manca de memòria i la demència, i en conseqüència, per guarir o alleujar-les, cal desfer els maleficis, allunyar-se de l'estatge, persona o objecte que la posseeix o aprofitar igualment les propietats ocultes d'altres substàncies. Arnau desenvolupa el seu pensament sobre aquesta qüestió en un llarg passatge situat dins l'exposició de les causes de l'alienació (Arnau, 1520: 127ra-b). La *proprietas*, provinent de la influència

celeste, varia en la seva extensió si allò que disposa a rebre-la és la complexió pròpia de tota l'espècie —en aquest cas rep el nom de *forma specifica* i es dóna a tots els individus de l'espècie, malgrat que pot variar en intensitat per l'efecte de les propietats primàries o secundàries segons especifica al *Speculum*— o bé un grau particular d'aquesta complexió provocat per la posició dels astres al moment que l'individu és engendrat o neix —i aleshores és individual. Posa diversos exemples de propietats que varien segons el lloc o l'individu, com el poder de la peònia per expulsar l'epilèpsia —ja reconegut per Galè (XI, 859)— o els efectes diversos i fins contradictoris que produeixen diferents safirs.

Les propietats ocultes són presents en qualsevol ésser, mineral, vegetal, animal o creat per l'home, però és difícil conèixer-les. Si hom conegués les virtuts dels astres, sobre quines matèries afecten i en quines condicions, seria capaç d'alterar-les, però la dificultat per dominar totes aquestes variants fa que els mags i fetillers que pretenen servir-se'n tinguin un èxit molt variable. Algunes d'aquestes propietats tenen efectes en les operacions fisiològiques o mentals de l'home i dels animals. Entre els exemples posa plantes, pedres o animals que priven de les funcions sexuals i encanteris que impedeixen menjar als animals, provoquen al·lucinacions o fan oblidar accions habituals. Fins i tot les persones posseeixen propietats imbuïdes també per la posició dels astres a l'instant del seu naixement, que interactuen amb les provinents de la situació favorable o desfavorable del cel en un moment donat. La conseqüència és que, gràcies a aquestes propietats ocultes més que no pas a les operacions o els instruments emprats, alguns mags i fetillers en certes ocasions realitzen els seus encanteris amb gran efectivitat, mentre altres voltes, o si els duen a terme altres persones, el fracàs és absolut. De la mateixa manera és possible que un metge o un assistent d'un alienat provoqui un empitjorament involuntari de la seva afecció. En aquest cas la solució és òbvia: canviar el metge o l'assistent.

El metge ha de saber aquestes propietats curatives, malgrat que no li sigui fàcil perquè solament s'aprenen de manera empírica —si no és que es coneixen per comunicació d'algú altre. Dos mitjans són els que es poden utilitzar per conèixer-les mitjançant la pròpia experiència: provar-ho en un subjecte humà i veure'n el resultat directament o inferir-la indirectament a partir d'altres efectes sensibles, en especial el gust.

En dues altres obres, l'*Antidotarium* i el *De vinis*, que podrien ser dues reelaboracions d'un deixeble d'Arnau sobre apunts inèdits pel mestre, es troben nombroses terapèutiques fonamentades en la forma específica, com beure l'orina d'un nen de set anys per a la hidropesia o testicles de castor per combatre la humitat no natural (Arnau, 1520: 224va). Al *De vinis* tals notícies ocupen la major part de l'escrit en una llarguíssima llista de materials verinosos, justificats en bona part per la forma específica i extrets de textos religiosos, literaris, mèdics, filosòfics, d'autors antics (Galè, Aristòtil, Dioscòrides, Plini...), àrabs (Razés, Avicenna...), medievals llatins (Isidor, Gilbert...) o fins contemporanis (Niccolò da Reggio).[2]

[2] McVaugh (1995) defensa, amb arguments convincents, la concordança dels trets que es desprenen de l'autor d'aquests passatges amb la personalitat d'Arnau. Tot i així, sobta l'ús d'autors menyspreats per Arnau com Gilbert i de contemporanis, evitats sempre pel metge català, així com l'amuntegament indiscriminat de tants elements màgics o allunyats de la realitat quotidiana. Però sens dubte s'explica per la seva probable naturalesa d'apunts per a ús personal d'Arnau, no destinats a la publicació, fins que el seu deixeble Cellerer va reunir-los maldestrament i posar-los en circulació. Fins i tot no es pot descartar, en la meva opinió, que l'editor hi afegís informacions redactades per ell mateix.

A partir de les autoritats citades al *De vinis* és evident que el recurs d'Arnau a la *proprietas* depèn d'una llarga tradició. Les propietats ocultes es fonamentaven en una cosmovisió basada en les relacions de simpatia entre els éssers naturals. Sota la influència de la filosofia natural grega i creences màgiques orientals, aquesta idea va ser elaborada a l'Egipte hel·lenístic per Bolos de Mendes i transmesa pel corpus hermètic i per autors com Plini (Festugière, 1950: 197-216; Gil, 1969: 79 i 163-180). Els remeis basats en la simpatia –expressada amb la màxima *similia similibus,* «el semblant ajuda el semblant»– van romandre per regla general dins l'àmbit extratècnic de la medicina creencial, mentre que la medicina racional grecoromana es va apropiar de la idea al·lopàtica sintetitzada per la sentència *contraria contrariis* –«el contrari ajuda el contrari»–, d'origen tanmateix no menys pretècnic, i la va elevar a principi general, paral·lel a la concepció filosòfica d'un univers compost per qualitats en oposició. Tot i així, moltes pràctiques de curació simpàtica van anar escolant-se en el galenisme al llarg de la seva transmissió baiximperial, bizantina i àrab fins que, penetrant a la medicina universitària medieval sota l'autoritat de Razés, Costa ben Luca i, sobretot, el *Cànon* d'Avicenna, són fetes compatibles amb els seus principis generals gràcies al concepte de les propietats ocultes[3]. Aquest fet degué permetre en bona part la incorporació al galenisme medieval de certes pràctiques procedents d'altres tradicions, en general de transmissió escrita, com l'astrologia, la màgia o la medicina no culta antiga, però també de la medicina no universitària medieval. Si més no el mateix Arnau reconeix, a la *Repetitio super canonem 'Vita brevis'*, que els qui practiquen una medicina no culta tenen la mateixa possibilitat que els savis de descobrir per atzar la *proprietas* d'una substància i per tant aquests poden rebre certes informacions d'aquells, com ho han fet Galè, Razés i Avicenna (Arnau, 1520: 276ra). Així, dins l'epistemologia arnaldiana la revelació com a mitjà per adquirir en alguns casos el coneixement mèdic presenta un clar paral·lelisme amb la revelació com a únic camí per arribar a la fe, obert per tant de la mateixa manera als savis i a la gent del poble (Crisciani, 1978).

Tot i això, s'hauria de comprovar si aquest reconeixement teòric d'aprendre terapèutiques de la gent vulgar té una traducció a la pràctica en Arnau. A la mateixa *Repetitio* mostra una certa desconfiança en advertir que un metge abans d'aplicar un remei del poble ha de considerar si aquest repugna a la raó o no i rebutjar-lo en cas de ser contrari a la raó, així com comprovar si els seus efectes poden resultar diferents per causa de les circumstàncies concomitants. No és estrany, doncs, que, almenys al *Regimen podagre*, Arnau aparentment tregui la informació sobre la virtut específica d'algunes substàncies per combatre el poagre no pas de pràctics del poble sinó de diverses autoritats, com a resultat d'una recerca com la que abans hem vist reflectida de manera més explícita i molt més extensa al *De vinis*. Entre les possibles fonts d'Arnau proposen algunes de les mateixes cures per al tractament del poagre Plini (XXVIII 220), Razés (Razés: 574-575) i Costa ben Luca (Arnau, 1520: 295vb).

[3] Hi va contribuir el fet que els autors medievals com Arnau identifiquessin la forma específica amb les potències o facultats específiques de la totalitat de l'individu que Galè havia adduït per justificar, més enllà de les qualitats primàries i secundàries, els efectes de certes substàncies emprades a la seva terapèutica com ara excrements de coloms, parts d'animals o la suspensió de la peònia contra l'epilèpsia: *cf.* García Ballester (1972), 140. Així, si bé el metge grec no les concebia deslligades dels efectes predictibles dels medicaments com més endavant s'entendrà la *proprietas* —una propietat independent de les qualitats primàries—, sí que deixa la porta oberta a introduir aquesta idea i els remeis que s'hi associen: *cf.* X, 206; XIV, 220; Gil (1969), 79; Thorndike (1923), I, 165-181.

De tota manera, si hom es fixa en com Arnau introdueix la major part d'aquestes mesures, és possible observar que ell solament trasllada com una possibilitat els remeis que altres aconsellen per al dolor dels peus. En aquest tipus de remeis, coneguts per experiència o per revelació d'altri i no per la raó, el metge, si no els ha provat ell mateix, depèn de l'experiència aliena. Per això adverteix que els ha pres d'altres autors, com si no pogués respondre personalment de la seva eficàcia igual que d'altres mesures, sobretot farmacològiques, amb les quals sembla més familiaritzat. Així, malgrat tot, el recurs a les virtuts ocultes, si bé acceptat dins el galenisme universitari, era molt minoritari respecte a altres terapèutiques, potser per una certa desconfiança envers allò que no es podia explicar racionalment. Almenys en el cas d'Arnau es dóna a entendre la dificultat de dominar totes les variants que influeixen en l'element portador de la *proprietas*.

L'aplicació de remeis basats en les propietats ocultes era, doncs, habitual a la medicina medieval, tant a la universitària com a l'extraacadèmica, si bé en diferent mesura. Arnau de Vilanova no tan sols en fa ús a la seva pràctica mèdica i en recull en els seus escrits, sinó que es planteja quin sentit tenen dins la doctrina galenista de la malaltia i del seu tractament per concloure que les propietats ocultes, provocades per la influència astrològica, no són predictibles de manera racional sinó que només es poden conèixer per pròpia experiència o per revelació d'algú altre. Però, si bé reconeix teòricament que el metge les pot aprendre de persones del poble, és dubtós que Arnau reculli aplicacions de les propietats ocultes que no fossin transmeses per les autoritats de la medicina baixmedieval.

Bibliografia

ARNAU DE VILANOVA, *Opera nuperrima revisa*, Lió, 1520.
ARNAU DE VILANOVA, «Medicationis parabole», *AVOMO, VI.1*, Barcelona, Universitat de Barcelona, 1990.
GALÈ, *Opera omnia*, edició de C. G. Kühn, 20 vols, Leipzig, 1821-1833.
RAZÉS, *Opera exquisitiora*, Basilea, 1544.

Bibliografia secundària

CRISCIANI, C. (1978), «*Exemplum Christi* e *Sapere*. Sull'epistemologia di Arnaldo di Villanova», *Archives Internationals d'Histoire des Sciences*, *28*, 245-298.
DIEPGEN, P. (1911), «Studien zu Arnald von Villanova, IV. Arnalds Stellung zur Magie, Astrologie und Oneiromantie», *Archiv für Geschichte der Medizin*, *5*, 88-115.
FESTUGIÈRE, A. J. (1950), *La révélation d'Hermès Trismégiste: I. Astrologie et sciences occultes*, París, éditions J. Gabalda.
GARCÍA BALLESTER, L. (1972), *Galeno en la sociedad y en la ciencia de su tiempo (c. 130-c. 200 d. de C.)* , Madrid, Guadarrama.
GIL, L. (1969), *Therapeia. La medicina popular en el mundo clásico*, Madrid, Guadarrama.
McVAUGH, M. (1975), «The development of Medieval Pharmaceutical Theory». A: *AVOMO, II*, Granada-Barcelona, Universitat de Barcelona, 1-136.
McVAUGH, M. (1995), «Two texts, one problem: the autorship of the *Antidotarium* and *De*

venenis attributed to Arnau de Vilanova». A: PERARNAU, J. (ed.), *Actes de la I Trobada Internacional d'Estudis sobre Arnau de Vilanova,* Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, II, 75-94.

PANIAGUA, J. A. (1969), *El Maestro Arnau de Vilanova, médico*, València (Reedició a: *Studia Arnaldiana. Trabajos en torno a la obra médica de Arnau de Vilanova*, Barcelona, Fundación Uriach 1838, 1994).

THORNDIKE, L. (1923), *A History of Magic and Experimental Science during the first Thirteen Centuries of our Era*, Nova York, The Macmillan Company, 847-859.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 399-408

LA FORMACIÓ CIENTIFICODIDÀCTICA DELS MESTRES A L'ESCOLA NORMAL DE BARCELONA FINS A LA PRIMERA DÈCADA DEL SEGLE XX

M. Lluïsa Gutiérrez
Departament de Didàctica de les Ciències Socials. Universitat de Barcelona

Paraules clau: *difusió científica, ensenyament, metodologia didàctica.*

Scientific-educational training for teachers at the Teacher Training College of Barcelona until the first decade of the 20th Century

Summary: *On April 25th 1907, the Ministry of Public Education and Fine Art sent a questionnaire to the Teacher Training Colleges in order to proceed to the allocation of the first extraordinary budget (50.000 pesetas) for the acquisition of new scientific-educational material aimed at the classrooms and affices of these centres. Thanks to this questionaire, it was possible to do an itemised inventory of the equipment, gadgets, books and other elements which made up the then scientific, technical and pedagogical material of the centre, and also to detail its state of repair. The analysis of this inventory allows us to know the scientific-pedagogical material available to the Theacher Training College, and also to become aware of the kind of intuitive teaching those who wished to become teachers received during the 19th century in Barcelona.*

Key words: *scientific diffusion, teaching, educational methodology.*

A Barcelona, durant els segles XVIII i XIX, l'ensenyament tecnicocientífic va ser impartit bàsicament a les càtedres de la *Junta de Comerç* amb algunes contribucions de l'*Academia de Ciencias Naturales y Arte,* (CARRERA PUJAL, 1957; MONÉS, 1987; AGUSTÍ, 1983; NIETO, 1994). Aquest tipus d'ensenyament va tenir un caire professionalitzador, és a dir, difusor de la formació tècnica entre els primers industrials i contramestres de la major part de les fàbriques de Barcelona i d'arreu de Catalunya, (GUTIÉRREZ, 1996; PUIG-PLA, 1996), continuat a partir de 1850 i aviat superat en aprofundiment científic a l'Escola d'Enginyers Industrials (RIERA TUÈBOLS, 1993; LUSA, 1996), ensenyament del qual tenim una informació satisfactòria; per contra, dels coneixements tècnics que posseïen els obrers industrials actualment i per diverses raons en tenim una visió completament fosca; bé perquè els adquirien amb l'experiència del treball i, en conseqüència, no en queden registres, bé perquè desconeixem allò que els mestres els ensenyaven sobre els avenços cientificotècnics que progressivament s'incorporava a les activitats productives. Romanones, el 1900, deia en un discurs: *«de lo que*

estamos faltos es de obreros inteligentes, de obreros que tengan ese grado intermedio de cultura entre el que no sabe nada y el ingeniero y facultativo, que no pueden descender a las operaciones secundarias» (PUELLES, 1980). Tot plegat agreujat per la lentitud amb que es va generalitzar l'ensenyament primari; encara el 1912, Santiago Alba, ministre d'Instrucció Pública, en un discurs pronunciat a la Universitat de Valladolid confirmava: *«El Plan de nuestro insigne Moyano es todavía un programa político, al cabo de más de medio siglo de promulgarse»*.

Per això, resulten alliçonadores les iniciatives preses per alguns directors d'Escoles Normals que per tal de donar als futurs mestres una formació més d'acord amb les necessitats plantejades per la societat catalana, des de la segona meitat del segle XIX, –en plena embranzida industrialitzadora–, van voler aprofundir en les disciplines del pla d'estudis més relacionades amb els coneixements tecnicocientífics. Ot Fonoll va ser un d'aquest homes que amb una gran visió de la realitat sociolaboral de Catalunya, des de la direcció de l'Escola Normal masculina de Barcelona (GUTIÉRREZ, 1997a, 1997b) i durant un quart de segle –entre 1849 i 1874– conscient de la potencialitat econòmica de la ciutat i amb voluntat de fomentar els estudis de magisteri tot donant als estudiants la possibilitat d'altres sortides professionals, va reforçar més –segons comunicats al Rector de la Universitat– les matèries pròpies dels ensenyaments tècnics, tals com la física, la mecànica, la química, etc., recolzant-se en el fet que en haver desaparegut les Escoles de la Junta de Comerç, havia desaparegut un nivell de formació professional molt necessari per a un sector de població mancat de mitjans econòmics, que devia incorporar-se aviat al mercat de treball; sector al qual pertanyien la major part dels estudiants de la Normal, que generalment, procedents de la pagesia i del món rural, anaven a la ciutat buscant l'ascensió social. Les primeres innovacions que Fonoll introdueix per pal·liar la manca de recursos del centre, fan referència a les classes d'agricultura: a la mancança de terreny per a les pràctiques es va trobar l'alternativa de cultivar en tests les llavors pròpies d'aleshores, completada amb sortides als vivers de plantes de jardineria i d'ornamentació que hi havia als afores de la ciutat. A partir de 1865 l'ensenyament d'aquestes classes es va traslladar a la recent creada Granja-Escola de la Diputació, que ocupava els terrenys situats entre el carrer Comte d'Urgell i la plaça Francesc Macià, on actualment hi ha instal·lada l'Escola Industrial.

Aquesta iniciativa de reforçament tecnicocientífic s'ha de valorar des d'una perspectiva històrica, ja va fer possible començar una col·lecció de material cientificopedagògic molt important, de la qual, públicament i per primera vegada el 1907, se'n feia una relació classificada i catalogada amb motiu de la distribució d'un pressupost extraordinari de 50.000 pessetes que el ministeri d'Instrucció Pública destinava a les Escoles Normals per a la millora i l'augment del material didàctic.[1] Prèviament, els professors de les Normals havien confegit la relació del material existent i l'estat de conservació.

Aquesta comunicació es fonamenta en l'anàlisi de la relació feta pels professors de la Normal de Barcelona ja publicada com a apèndix (GUTIÉRREZ, 1997c) sense cap tipus d'estudi, que recollim tot seguit, i que palesa ultra el material de suport utilitzat al segle XIX en la formació dels mestres a Barcelona, la metodologia emprada en la seva capacitació pro-

[1] Aquest pressupost es va concedir per RO de 7 d'abril de 1907, sent ministre d'Instrucció Pública el conservador Rodríguez Sampedro

fessional; un aspecte rellevant, aquest darrer, en tant que ens evidencia una pràctica metodològica intuïtiva i d'observació directa, molt adient i necessària i que permetia compensar les mancances tecnicoculturals, –fins i tot de caràcter lingüístic– als aspirants a mestre, per altra banda, difícils de superar en el breu període de formació. La relació d'atuells, enginys i aparells simbolitza les característiques econòmiques i industrials de Barcelona, la qual, sent una ciutat fabril amb una considerable capacitat d'innovació i de modernització del procés productiu, precisava d'un capital humà preparat per comprendre els fonaments i els avenços científics. Sota aquest punt de vista es pot entendre millor l'extraordinària varietat de material que posseïa la Normal relacionat amb les diferents branques de la física i de la química: la termodinàmica, la combustió de sòlids, la pressió de líquids i de gasos, l'electricitat, l'òptica, la telegrafia, el moviment d'imatges, el cinematògraf, etc. A tall d'exemple, considerem la màquina de vapor que els anys centrals del segle XIX va constituir-se en la força motriu més prometedora i per la qual van apostar la majoria dels industrials barcelonins i de les zones costaneres properes; la comprensió del funcionament de la màquina de vapor requeria uns coneixements de física i de mecànica que no estaven a l'abast de la capacitat intel·lectual de qualsevol persona; per això, disposar d'aparells com «la font d'Heron», «el paral·lelogram de Watt», «el model de locomotora», etc., que permetessin entendre els diferents processos que es produïen en la combustió del carbó, de la transformació de l'aigua en vapor i després en energia motriu, eren el millor auxiliar i el millor reforç com a procediment educatiu en les lliçons de teoria. Poder disposar dels programes de física i de química ens permetria verificar millor el paper metodològic, procedimental i estimulant que l'observació directa d'aquests aparells exercia en el procés d'ensenyament-aprenentatge dels aspirants a mestre. Sembla que el suport científic, per altra banda, tenia la seva projecció a l'escola de pràctiques annexa a la Normal, centre on obligatòriament els futurs mestres havien de realitzar les pràctiques escolars. Hem constatat que ja en 1880, aquest centre havia instal·lat una estació telegràfica i una màquina elèctrica adquirides a l'òptica de Francesc Dalmau.[2]

Aquests aparells es conserven en la seva major part distribuïts entre els departaments corresponents; naturalment ampliats amb les adquisicions posteriors. L'estat de conservació en alguns casos no ha experimentat cap variació des de 1907, fet que ens avala ultra la qualitat dels materials constitutius, la freqüència de la seva utilització. Hi ha aparells relacionats amb l'estudi d'una mateixa branca científica, que sovint abasten diversos estadis d'avenç tecnològic, ara bé, l'evolució d'aquesta branca ha avançat tant que els aparells han esdevingut una mena d'instruments arqueològics, desconeguts entre una part important de la comunitat docent i per descomptat entre la major part de la comunitat estudiantil del batxillerat científic, nivell educatiu al que correspon l'estudi d'aquestes disciplines, i en conseqüència, també entre els estudiants de mestre. Tot plegat dona a aquests aparells un considerable valor històric i patrimonial.

L'espai limitat assignat només permet a vol d'ocell analitzar els materials pedagogicodidàctics del llistat, i ens obliga a deixar per una altra ocasió la descripció i el funcionament de cadascun dels aparells. Els mapes i esferes armil·lar, terrestre, celeste, etc., ens apropen a una geografia física eminentment descriptiva amb una forta incidència en l'estudi de l'Astronomia, de la qual, l'esfera armil·lar podria haver-la realitzat Crescencio M. Molés –successor

[2] ANB, *Documentos Escuela de Prácticas.*

de Fonoll en la direcció del centre fins a 1899– ja que tenim constància que va fer un curs de dibuix a Madrid. Els mapes de Catalunya i de la província de Barcelona palesen una certa atenció a l'estudi de Catalunya com a regió històrica. Malgrat que el llistat no ho reflecteixi, sabem que les excursions i sortides escolars ocupaven un lloc important en la formació dels mestres (GUTIÉRREZ, 1997c).[3] Els exemplars d'animals i les mostres de minerals fan pensar en l'ensenyament après de memòria de la Història Natural; per altra banda, l'utillatge agrícola existent no permetia altra cosa que iniciar els mestres en l'aprenentatge de les activitats agrícoles tradicionals pròpies del país sense oferir cap dels avenços que es practicaven a Europa. El material de dibuix, tot i que ens indica que ja s'ensenyava aquesta disciplina –ens consta que en 1887, a la clausura de les primeres *Conferències Pedagògiques* de la Normal de Barcelona, el director Molés el va defensar ardorosament– sembla un tipus de dibuix poc creatiu, basat en la còpia de models. Quant a l'Aritmètica i la Geometria, l'inventari material tendeix vers una ensenyança tradicional de la geometria plana. Pel que fa a la Música, sabem que es va introduir després de la revolució del 68 de la mà d'un alumne que alhora era estudiant de música. Era una música coral de cants tradicionals, les despeses de la qual, juntament amb les de l'ensenyament de la gimnàstica, foren assumides per la Diputació de Barcelona. L'adquisició del piano, que va costar 2.000 pessetes, es va fer tot just el 1903. Dels treballs manuals cal destacar que també s'introduïren espontàniament, però a partir de 1898, amb l'inici de la reforma de les Normals, aquests prengueren el caràcter d'obligatoris. Dins d'aquesta disciplina, Agapito Gómez –director de 1903 a 1920– va impartir l'ensenyament de mecanografia amb caràcter d'optativa o voluntària; també des de 1887, com s'anava impartint la taquigrafia. Finalment, els aparells de Pedagogia estan relacionats amb l'inici dels estudis de psiquiatria o pedagogia d'anormals (DOMÈNECH, 1988), estudis que precisament van iniciar-se a la Normal de Barcelona de la mà del mestre i professor supernumerari August Vidal Perera.

Material cientificopedagògic existent a la Normal de Barcelona en 1907

Geografia	*Estat de conservació*
Set mapes murals Paluzie	bé
Un mapa del Cel, per Torres Tirado	bé
Una esfera terrestre d'un metre de diàmetre	bé
Un mapa hipsomètric i barimètric d'Espanya	bé
Un planetari Lloret	bé
Una esfera armil·lar Molés	dolent
Una esfera celeste de vint-i-cinc ct°	dolent
Una esfera terrestre de vint-i-cinc ct°	dolent

[3] A partir de 1903, Alejandro de Tudela deixeble i èmul de Pedro de Alcántara arriba a la Normal de Barcelona procedent de la recent clausurada Normal de Tarragona. Aquest professor i bon pedagog va esdevenir, fins a la seva jubilació en 1932, una de les personalitats més renovadores en la metodologia de totes les disciplines que va impartir. D'antuvi va impartir geografia tot difonent el valor de les excursions i el contacte amb la realitat, no solament com a pràctica docent sino també mitjançant la publicació a diferents revistes de les seves experiències. Vegeu *Revista de Educación*, Barcelona 1911 i *Revista de Escuelas Normales*, anys 1923 a 1932.

Un mapa de Catalunya	bé
Un mapa de la província de Barcelona	bé
Un aparell automàtic per al muntatge de mapes	
Un quadre mural del sistema planetari	bé

Física i química

Aparells de mecànica en fusta, politges, polispasts, torns, càbria, etc.	mitjà
Tub de Newton per a la caiguda dels cossos en el buit	regular
Martell d'aigua	bé
Aparell per demostrar la força centrífuga	inservible
Aparell de Haldat	bé
Doble cilindre d'Arquimedes	bé
Ludió (s'ha de canviar la camussa)	bé
Balança hidrostàtica	inservible
Areòmetre de Farenheit	inservible
Areòmetre de Beaumé	bé
Areòmetre de Castier	bé
Areòmetre centesimal	bé
Aparell de vasos comunicants, antic	inservi-
ble	
Bomba aspirant i impel·lent	bé
Màquina pneumàtica de dos cossos de bomba	bé
Trenca bufetes	inservible
Baròmetre de sifó amb termòmetre d'alcohol	bé
Baròmetre aneroide	bé
Anella pneumàtica	bé
Ampolla de Mariotte	inservible
Diversos sifons de vidre	bé
Dos globus de cristall per determinar el pes de l'aire	bé
Pesa cartes	bé
Balança petita ordinària	bé
Font d'Heron (soldat de vidre)	bé
Font intermitent	bé
Termòmetre de mercuri	mitjà
Termòmetre d'alcohol (adossat al baròmetre)	bé
Termòmetre de màxima i de mínima	mitjà
Pulsòmetre	bé
Termòmetre diferencial de Leslie	inservible
Alambí Salleron (incomplet)	mitjà
Higròmetre de Saussure	inservible
Miralls parabòlics	bé
Cub de Leslie per determinar el poder d'emissió de la calor	
Mirall ardent de llautó polit	

Aparell Ingenhouz per a la conductibilitat dels metalls	regular
Model de paral·lelogram de Watt en cartró	regular
Model de locomotora	regular
Llàntia Davy amb tela metàl·lica per a mines	bé
Diapasó normal amb caixa de ressonància	regular
Fonògraf primitiu	regular
Rellotge de sorra de trenta minuts	
Dinamo per produir llum elèctrica	bé
Ull de cartró pedra desmuntable	bé
Zoòtrop amb peu de fusta	bé
Estereoscopi de Jamelo amb vistes de cristall	bé
Prisma de cristall amb sostenidor de metall per a la descomposició de la llum blanca	bé
Calidoscopi muntat en tub de cartró	regular
Binocles de campanya	inservible
Diferents miralls grotescs	mitjà
Radiòmetre de Crokes, dos molinets i suport	bé
Diferents tubs Geisler	bé
Una llàntia màgica	bé
Cambra clara de Wollaston amb suport de metall	bé
Disc de Newton de cartró per a la recomposició de la llum blanca	mitjà
Màquina estàtica de Bonetti amb vitrina	bé
Compàs excitador	mitjà
Ampolla de Leyden i bateria	mitjà
Electroscopi de pans d'or	bé
Esquella elèctrica	bé
Granís elèctric incomplet	bé
Pell de gat	bé
Pila de Volta incompleta	inservible
Pila de Grenet de bicromat	bé
Galvanòmetre amb capseta de cristall	bé
Bobina d'inducció petita i d'escassa potència	regular
Voltàmetre per descompondre l'aigua	regular
Element termoelèctric de Secbech	regular
Esfera lluent o anell de Newton	bé
Model de parallamps amb torre i caseta pintats	inservible
Deu làmines de física amb nou mapes amb roba tamisada	bé
Museu d'història natural amb seixanta làmines	bé
Esquelet humà	regular
Tres làmines d'anatomia fisiològica: digestió, respiració i circulació	bé
Piles de Bunsen i de Leclanché deteriorades	inservible
Màquina de Ramsdem	inservible
Telègraf de quadrant	inservible
Llàntia màgica	inservible
Microscopis de diferents diàmetre, dues lupes de cristall fi i vint-i-quatre preparats	bé
Fotòmetre Rumfor	bé

Un cron	bé
Un esferòmetre amb cargol micromètric	bé
Una màquina Atwott	bé
Un planeta de quadrant	bé
Un diapasó normal	bé
Màquina pneumàtica d'un cos de bomba	regular
Un aparell Silverman i Soleil per demostrar les lleis de reflexió i refracció de la llum	bé
Un aparell Geniel per demostrar la marxa del rajos lluminosos	bé
Un aparell de Galileu	bé
Un aparell de Haldat per demostrar que les imatges es pinten a la retina	bé
Un aparell elemental de telegrafia sense fils	bé
Un telègraf electrònic Morse	bé
Cent trenta-quatre envasos de diferent mida per contenir alguns metalls, compostos, sals i matèria vegetal	bé

Història Natural

Hi ha alguns exemplars d'ocells i aus nocturnes.	
Un falcó petit i una gavina arnats	mitjà
Un exemplar de guineu i tres peces comuns	mitjà
Algunes mostres de petxines marines i fòssils	bé

Mineralogia

Hi ha molts minerals repetits i sense classificar	bé

Agricultura

Hi ha diferents models d'arades de mida petita	bé
Diferents exemplars de pales, rastells, aixades, forques, rulls, falçs, dalles, tisores, podalls i pics de ferro i de fusta pintada, ordenats en forma de panòplia a la paret	
Mostres de diferents llanes i cordes	
Cartrons amb branquetes i fulles classificades amb mostres del tronc de l'arbre de procedència	mitjà
Diferents ampolles amb mostres de plantes herbàcies i arbustives i diferents mostres d'adobs minerals	mitjà
Una papallona grossa feta en suro i diferents treballs fets pels alumnes	
Aparells agrícoles i de relleu	regular
Una col·lecció d'onze làmines grans de diverses indústries	bé

Dibuix

Dotze models d'ornaments i figura en cartrons de relleu	bé
Quaranta-vuit models de dibuix lineal i geomètric enganxats en cartrons	bé
Cinquanta models de lineal, ornament i figura	malament
Cinc caretes del natural	bé
Dos principis de figura	bé
Dos principis d'ornament	bé
Un relleu del Renaixement espanyol	bé
Una fulla de julivert	bé
Una fulla de Lluís XVI	bé
Una fulla de Lluís XIV	bé
Un relleu del Renaixement italià	bé
Un peu del natural	bé
Una mà del natural	bé
Quatre relleus d'ornament	bé
Un pantòmetre	bé

Aritmètica i Geometria

Dos encerats de pissarra	bé
Dos compassos de fusta	bé
Un semicercle graduat de fusta	bé
Un regle de metre de fusta	bé
Quatre nivells, un d'aire, un altre d'aigua i dos de paleta	regular
Un metre amb carteres metàl·liques	bé
Un escaire i un cartabò gran de fusta	regular
Sis jalons	regular
Dues mises	regular
Dos trípodes	regular
Dos escaires d'agrimensor	regular
Un grafòmetre	
Una brúixola	bé
Dues anelles d'agrimensor	bé
Una col·lecció de cosos sòlids de fusta	bé
Una col·lecció cosos sòlids de cartró	regular
Una col·lecció desenvolupament cosos sòlids de cartolina	regular
Una col·lecció peses i mesures sistema mètric	bé

Música

Un piano	bé
Una pissarra amb quadrícula	bé
Diferents mètodes de solfeig i cant	regular

Treballs manuals

Un mètode de treballs manuals per Solsona	regular
Un mètode de treballs manuals per Toro	regular
Una màquina d'escriure Underwood	bé

Pedagogia (Antropometria)

Un compàs de grossos	bé
Un dinamòmetre	bé
Un bust per a l'estudi de la cranioscòpia	bé

Cal·ligrafia

Una pissarra amb quadrícula	bé
Un cartell de lletra cal·ligràfica espanyola	regular
Un àlbum cal·ligràfic	bé

Bibliografia

AGUSTÍ, J. (1983), *Ciència i tècnica a Catalunya en el segle XVIII o la introducció de la màquina de vapor*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.
ALBA, S. (1912), «Planes del ministro de Instrucción Pública», *Revista de Educación*, núm 11.
CARRERA PUJAL, J. (1957), *La enseñanza profesional en Barcelona*, Barcelona, Bosch.
DOMÈNECH i LLAVERIA, E. (1988), «L'inici de l'ensenyament de la Psiquiatria a la Universitat de Barcelona». A: *Història de la Universitat de Barcelona I Simposium*, Barcelona, PUB.
GUTIÉRREZ, M. L. (1996), «L'ensenyament tècnic al segle XIX: els primers anys de la mecanització industrial». A: *El vapors i els vapors*, Barcelona, A.E.I.
GUTIÉRREZ, M. L. (1997a) «L'Escola Normal de Barcelona: Cent cinquanta anys a la recerca d'un establiment amb condicions pedagògiques», *Temps d'Educació*, 17. Revista de la Divisió de Ciències de l'Educació, UB.
GUTIÉRREZ, M. L. (1997b), «La Normal de Barcelona sota la direcció d'Ot Fonoll 1849-1874». A: *Jornades d'Història de l'Educació als Països Catalans*. Vic, Eumo.
GUTIÉRREZ, M. L. (1997c), «Tradición y modernidad en la Normal de Barcelona tras la crisis del 98», *Revista de Educación*, núm. Extra, pàgs. 77-93.
LUSA, G. (1996), «La creación de la Escuela Industrial Barcelonesa (1851)», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, Barcelona.
MONÉS, J. (1987), *L'obra educativa de la Junta de Comerç 1769-1851*, Barcelona, Cambra Oficial de Comerç Indústria i Navegació.
NIETO, A. (1994), *Ciència a Catalunya a l'inici del segle XIX: teoria i aplicacions tècniques*

a l'Escola de química de Barcelona sota la direcció de Francesc Carbonell i Bravo (1805-1822), Tesi doctoral, UB.

PUELLES BENÍTEZ, M. (1980), *Educación e ideología en la España Contemporánea 1776-1975*. Barcelona, Labor.

PUIG-PLA, C. (1997), «El Gabinete de Máquinas, la Escuela de Mecánica de la Junta de Comercio de Barcelona (1804-1850)». A: *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de las Ciencias*, Segovia.

RIERA TUÈBOLS, S. (1993), «Industrialization and technical education in Spain, 1850-1914». A: FOX GUAGNINI (ed.), *Education Technology and performances in Europa, 1850-1939*. Cambridge, Cambridge University Press.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 409-415

RELACIÓ ENTRE L'ESTEQUIOMETRIA I L'ATOMISME. L'ESCALA D'EQUIVALENTS DE WOLLASTON

Mercè Izquierdo Aymerich; Diego Parra
Departament de Didàctica de les Ciències-Centre d'Estudis d'Història de les Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona

Resum: *Les lleis estequiomètriques són mostrades, en els textos de química general, com si fossin la base experimental dels postulats atomistes actuals. Una aproximació més fidel a la història dels químics d'aquesta època permet comprendre millor el significat dels «àtoms químics» (estequiomètrics), més relacionats, creiem, amb el mol.*
En aquesta comunicació presentem una escala d'equivalents elaborada per W. H. Wollaston, que tenia exactament la mateixa funció i el mateix significat que una taula de masses atòmiques.

Paraules clau: *mol, substància química, àtom.*

Stoichiometric Laws and atomism. A scale of equivalents made by W.H. Wollaston

Summary: *Stoichiometric Laws are presented in general chemistry texts, as if they were the basis of current atomic theory. A truer approach to the history of chemists in that period allows us to better understand the meaning of «chemical atoms» (stoichiometrics), more closely related, we believe, to the mole.*
In this paper we present a scale of equivalents made by W.H. Wollaston, which has the same function and meaning as a table of atomic masses.

Key words: *mole, chemical substance, atom.*

1. L'emergència de la química quantitativa a començaments del s. XIX

A finals del segle XVIII els químics utilitzaven ja el terme «substància» per designar l'objecte de la investigació química tal com es concep en aquell moment: un material que és el resultat d'operacions de síntesi i/o purificació al laboratori i sotmès a la classificació en «espècies» segons les regularitats de propietats que es van fent evidents amb el descobriment de noves «espècies» químiques. Aquesta «substància» pren sentit gràcies a altres conceptes que li'n donaven, com afinitat i composició (GYUNG KIM, 1992). Els químics acceptaven sense complexos que el seu interès eren les «propietats secundàries dels cossos» i deixaven de banda l'especulació referent a les «qualitats primàries», vinculades a uns suposats àtoms que

eren totalment inassolibles (PANETH, 1962). Es podia admetre que les substàncies estaven composades per àtoms que s'atreien mútuament, però tampoc era necessari fer-ho així; el que calia, en canvi, era establir relacions quantitatives entre reactius i productes per poder sistematitzar les reaccions químiques i controlar-les millor.

L'ideal de quantificació de les ciències que es desenvolupa durant la Il·lustració s'aplicava amb dificultat a la química. Tots estaven d'acord que la matèria es conserva, però, com es mesura la quantitat de matèria? Abans de l'anomenada «revolució química» de finals del segle XVIII, les mesures de massa de les substàncies abans i després de la reacció no semblaven donar uns resultats coherents amb la proposta de Newton de fer servir la massa com una mesura de la quantitat de matèria (podria ser que el flogist tingués massa negativa? Però tot i pensar que això era possible es podien calcular masses de substàncies que contenien quantitats equivalents de flogist) (SCHUFLE i THOMAS, 1971; PERRIN, 1983).

Tampoc no era fàcil quantificar l'afinitat entre les substàncies, que es considerava el resultat de les forces entre els àtoms (atractives i repulsives), segons la proposta de Newton.

En aquest mateix marc (la química de les afinitats i del flogist), Richter va desenvolupar un acurat treball estequiomètric, enunciant la llei de neutralitat i la llei d'equivalents. Una idea similar havia estat desenvolupada ja molt abans per Homberg (1672-1712) i és molt pròpia de la «química de substàncies», fins al punt que la determinació de les quantitats equivalents n'és l'objectiu més propi, perquè és una característica de la substància que la relaciona amb les altres i que permet establir relacions entre els canvis químics. La «química de l'oxigen» i el nou concepte d'element, identificat a la «substància simple» per Lavoisier, varen permetre analitzar la composició de les substàncies en termes dels seus elements i, alhora que les dades experimentals es perfeccionaven cada vegada més, s'enunciaven noves lleis estequiomètriques. La teoria clàssica d'afinitats deixa de constituir el marc teòric de la química perquè les aportacions de Berthollet, que la desenvolupa, entren en polèmica amb l'estequiometria i són deixades de banda (GRAPÍ, 1997).

2. L'emergència d'un àtom mesurable... que ja no és un àtom

La teoria atòmica, tal com s'havia anat desenvolupant en la filosofia natural a partir del segle XVII era útil per representar la reacció química, però no servia per donar sentit al treball de laboratori, perquè els àtoms no són «experimentals» ni és fàcil relacionar la visió unitària dels canvis que proporcionen amb l'especificitat que mostren les substàncies químiques en el seu comportament (Vegeu MEINEL, 1988; entre molts altres).

a. Els «àtoms físics»

La idea d'àtom, que permet contemplar racionalment els canvis, ha acompanyat, d'una manera o altra, els esforços d'aquells que, al llarg de la història, han intentat comprendre i explicar el funcionament del món natural. Però l'atomisme era difícilment compatible amb la química; l'atomisme era més aviat una determinada línia argumentativa, un tipus d'explicació acceptada. La química anava reconeixent «cossos» (substàncies simples) que no podien ser transformades les unes en les altres i necessitava un model atòmic propi. Els mí-

nims naturals, procedents de les doctrines d'Averrois, varen oferir aquesta perspectiva als químics al segle XVI, però no eren partícules mecàniques com els àtoms, i per això ambdues entitats són difícilment comparables. Els químics varen anar utilitzant diferents proves a favor dels àtoms, però cap d'elles era realment convincent. Si bé Meinel (1988) indica la utilització de sis tipus diferents d'argumentacions només una d'elles és relativa al canvi químic.

Els arguments químics proposats en suport de la teoria atòmica eren de dos tipus: *a*) referents als processos a través dels quals es produeix una nova substància i *b*) proves a partir de la recuperació dels components d'un compost. Però aquests arguments no constituïen en cap cas una prova experimental: l'experimentació seguia la lògica de la pràctica i no la dels àtoms, que no es podien conèixer. Els àtoms no procedien de la pràctica al laboratori, sinó que s'anaven fent compatibles amb aquesta a mesura que es consolidava i trobava les seves pròpies lleis. Així, no és la filosofia mecànica (l'atomisme) la teoria que ajuda la química, sinó una altra més genuïna basada en el concepte de substància que va donar lloc a la teoria de les afinitats i a les lleis estequiomètriques.

b. Els àtoms químics com a mesura de la quantitat de substància

Des d'aquesta vessant genuïnament química emergeix una determinada concepció d'àtom, que és molt útil perquè esdevé la unitat de mesura d'una magnitud pròpia de la química: la quantitat de substància. La teoria atòmica de Dalton apareix a començaments del segle XIX, en el moment de l'esclat i consolidació de la «química de les substàncies»; i, en general, es considera que és fruit de les lleis estequiomètriques. Segons la nostra opinió, l'aportació de Dalton (especialment la regla de la màxima simplicitat) és un primer pas per al concepte de mol (la unitat de mesura de la quantitat de substància química) i aquest concepte no va lligat necessàriament al d'àtom en el sentit actual del terme, encara que ara ens resulti difícil de destriar els dos conceptes, àtom i mol.

La justificació d'aquestes afirmacions ens la dóna l'anàlisi dels textos de la primera meitat del segle XIX, gràcies a la qual veiem com els químics utilitzaven i feien operatiu, indistintament, el concepte d'àtom i el d'equivalent, tant els que creien en els àtoms com els que no hi creien. Dalton va tenir una idea feliç i la va presentar amb gosadia. Com ja hem dit, aquesta no va consistir en proposar l'existència dels àtoms (d'aquests ja se'n parlava feia temps), sinó en la regla de la màxima simplicitat, que permetia presentar d'una altra manera les dades estequiomètriques, assignant una massa constant als elements. Això és el que faran a partir d'aquest moment tots els químics, tant si creuen en els àtoms com si els anomenen «equivalents», perquè, de fet, tant els àtoms com els equivalents eren utilitzats com unitat de mesura de la quantitat de substància.

Malgrat tot, la regla de la màxima simplicitat era només una bona idea, gairebé tant poc operativa com la teoria atòmica (BERNATOWICZ, 1970). De fet, les regles que utilitzava no estaven gens clars. Per això molts químics, entre ells Wollaston, també la rebutgen, identificant-la amb la teoria atòmica... i opten per fer el mateix, però sense dir-ho de manera tan emfàtica. És especialment rellevant la tasca de Berzelius pel pragmatisme «químic» amb què va arribar a confegir una taula de masses atòmiques. També considerem il·lustratiu el col·lapse de la teoria atòmica cap als anys quaranta, protagonitzat precisament pels químics sèniors, els mateixos que havien recolzat (més o menys) la teoria atòmica. Els químics joves conti-

nuen fidels al programa atòmic, però assumint ara ja ben clarament el caràcter convencional (no realista) dels àtoms, els quals, d'aquesta manera, continuen mostrant la seva fecunditat (IZQUIERDO, 1997).

Veiem a continuació l'aportació de Wollaston, contemporani de Dalton però crític amb la teoria atòmica. És un exemple clar, al nostre entendre, del rigorós treball estequiomètric que es desenvoluparà a partir d'aquest moment alhora que es fa operatiu el concepte de quantitat de substància química. Berzelius serà, a continuació, el gran protagonista d'aquesta tasca, i desenvoluparà la «bona idea» de la màxima simplicitat mitjançant regles heurístiques establertes intuïtivament però amb criteri químic.

Berzelius considera que desenvolupa la «teoria atòmica», mentre que Wollaston seín desmarca. Amb tot, un i altre fan el mateix: tots dos estableixen una unitat de substància química (elemental i, amb molta més dificultat, composta) i la utilitzen per establir relacions que s'arribaran a representar amb fórmules (Berzelius) o en una escala (Wollaston). Això és, ni menys ni menys, el mol, i no requereix la referència a un número fix d'àtoms com molt bé ha fet notar recentment l'IUPAC (AZCONA, 1997; Izquierdo, 1997).

3. La taula d'equivalents de W. H. Wollaston

W. H. Wollaston (1766-1828) fou un metge anglès que va dedicar la seva vida professional a la investigació química. No compartia l'entusiasme pels àtoms; en canvi, sí que participava del desig d'establir relacions quantitatives entre les substàncies, amb la intenció de simplificar les operacions de laboratori. Publicà en 1814, a la revista *Philosophical Transactions* l'article anomenat «On a synoptic scale of chemical equivalents» al qual ens referim en aquest apartat (HINDE, 1966; WOLLASTON, 1814).

Hem construït físicament l'escala d'equivalents químics seguint les instruccions de l'esmentat article per tal de poder fer veure amb més realisme com es feia servir i comprendre millor quina era la seva funció en la química de les primeres dècades del segle XIX. Wollaston explica amb tota claredat com construeix la taula i com funciona. Reproduirem alguns dels fragments de l'article traduïts al català, aquells que mostren les intencions de Wollaston en construir la taula i la manera com s'utilitza.

> Quan un químic investiga la naturalesa d'un compost salí se li presenten preguntes molt variades. [...] Si, per exemple, la sal que examina és el vidriol blau ordinari o sulfat de coure cristal·litzat, es pregunta: Quant d'àcid sulfúric conté? Quant d'òxid de coure? Quanta aigua? [...] la quantitat de sofre, de coure, d'oxigen, d'hidrogen [...] L'escala que descriuré està destinada a ajudar a respondre d'un sol cop d'ull totes aquestes preguntes [...] En la formació d'aquesta escala és necessari que es determini, en primer lloc, les proporcions en què els diferents cossos coneguts es combinen i expressar les proporcions de tal manera que la mateixa substància estigui representada sempre pel mateix nombre. Devem a Richter la primera idea d'aquesta manera d'expressar-nos, sobre la qual es fonamenta la possibilitat de la representació numèrica.

(A continuació Wollaston ens parla de les anàlisis quantitatives de Bergmann, Wen-

zel i Kirwan, de la llei de proporcions fixes i de la llei de múltiples simples de Higgins i Dalton, de la llei de neutralització de Berthollet i de la llei dels volums de Gay-Lussac).

> Quan calculem el pes relatiu dels equivalents, Dalton suposa que estem mesurant els pesos agregats d'un nombre determinat d'àtoms i, en conseqüència, les relacions entre les masses dels àtoms simples. [...] Jo no he intentat expressar un nombre segons la teoria atòmica, però m'he esforçat en prendre com a única guia la conveniència pràctica, i he considerat la doctrina dels múltiples simples, en la qual es fonamenta la dels àtoms. [...]
> He pres l'oxigen com a base decimal de la meva escala per facilitar el càlcul de les nombroses combinacions que forma amb els cossos. Però la mesura real segons la qual he comparat els cossos entre ells [...] és una quantitat determinada de carbonat de calç. [...]
> La primera pregunta està relacionada amb el nombre per mitjà del qual expressem el pes relatiu de l'àcid carbònic, si fixem l'oxigen en 10. Sembla estar ben comprovat que una quantitat donada de gas oxigen forma un volum exactament igual d'àcid carbònic quan es combina amb carboni, i com que el pes específic d'aquests gasos és com 10 a 13,77 o com 20 a 27,54, el pes del carboni pot ser representat exactament per 7,54, que es combina amb dos d'oxigen formant el diòxid essent el protòxid representat per 17,54.
> L'àcid carbònic queda, per tant, representat per 27,54 i continuo ara amb el carbonat de calç, que perd per la calor un 43,7 per cent d'àcid i deixa 56,3 de base que estan combinats en la proporció de 27,54 a 35,46 i en conseqüència, la calç pot quedar representada per 35,46 i el carbonat de calç per 63. [...]
> Per tal de mostrar més clarament l'ús d'aquesta escala, represento en les figures dues situacions diferents de l'escala mòbil. En una, l'oxigen és 10 en una banda, i en l'altra es troben les quantitats dels cossos que es combinen amb aquesta quantitat d'oxigen, de forma que l'àcid carbònic és 27,54, la calç 35,46 i el carbonat de calç, 63. En l'altra, l'escala mòbil està baixada fins que el 100 correspon al muriat de sodi per una de les bandes i, llavors, a l'altra banda hi trobem les quantitats de substàncies que equivalen a 100 de sal comuna.

Wollaston mostra com es poden representar les substàncies per nombres que s'obtenen a partir de les relacions estequiomètriques. Tal com fa Dalton, parteix d'un supòsit de «màxima simplicitat», que és com el cap d'un fil que permet descabdellar l'embolic de les reaccions quantitatives entre les substàncies. J. J. Berzelius (1812, 1818) treballa de la mateixa manera, però anomena «àtoms» els nombres que obté.

4. L'àtom químic: unitat de la quantitat de substància

Com ens mostra Wollaston en el seu article, es poden assignar quantitats de substància de reacció o de composició, «unitàries», sense necessitat de la hipòtesi atòmica, fonamentant-se només en els «equivalents». Amb aquests es poden preveure les quantitats de reacció i fins i tot fer-ne taules que faciliten la feina dels químics, com acabem de veure.

Tal com fa notar A. Rocke (1984) no hi ha cap diferència en la manera com els químics del segle XIX utilitzen els àtom i els equivalents: les diferències són, potser, metafísiques, i també de procediment de càlcul (donant lloc a moltes taules diferents de «masses unitàries») però hi ha acord en la importància de trobar «masses unitàries» que permetin la simbolització de les quantitats de substància que intervenien a les reaccions de manera que es poguessin establir entre elles relacions senzilles. Però era molt prematur afirmar que existia una unitat real, un àtom que es pogués identificar amb aquesta «unitat de mesura de la substància». Fins i tot, per a molts, l'existència d'aquest àtom real era irrellevant, perquè no s'hi podia accedir directament; però estaven d'acord en la necessitat d'identificar les quantitats unitàries que intervenen en els canvis químics.

La conseqüència més important d'aquesta manera de procedir va ser l'establiment de les «lletres» que permetien «escriure química». Les dificultats es multipliquen quan es volen representar els «àtoms compostos». Però, superades aquestes dificultats, a finals del segle XIX s'atribueixen fórmules estructurals, tridimensionals, a les substàncies simples i a les compostes. Així, les propietats físiques i químiques de les substàncies, sistematitzades en el si d'una disciplina ja molt poderosa i ben organitzada, s'expliquen ara a partir dels «àtoms quantitatius» o «àtoms químics». Els àtoms químics són independents dels àtoms reals: les relacions quantitatives representades per les fórmules són experimentals, tant si els àtoms existeixen com si no. (Però, malgrat tot, les fórmules fan que els àtoms reals esdevinguin cada vegada més creïbles).

5. Conclusió

La reflexió que hem presentat pretén mostrar com la teoria atòmica de Dalton inicia una «manera de fer» que condueix a establir la magnitud «quantitat de substància» i a calcular-la a partir d'una nova unitat, l'àtom químic. L'atomisme del segle XIX (que no diferencia entre àtoms i equivalents) és per tant molt diferent de l'atomisme actual. La química moderna pot preveure fenòmens a partir del coneixement previ dels àtoms; la química del segle XIX no podia fer-ho: inventava l'àtom a mesura que el necessitava.

Bibliografia

AZCONA, R. (1997), *Análisis crítico de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de «cantidad de substancia» y de mol.* Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.

BERNATOWICZ, A. (1970), «Dalton's rule of simplicity». *JCE, (8),* pàgs. 577-579.

GRAPI, P.; IZQUIERDO, M. (1997), «Berthollet's conception of chemical change in context». *Ambix, 44 (3),* pàgs. 113-130.

GYUNG KIM, Mi (1992), «Layers of chemical language. I. Constitution of bodies v. structure of matter». *His. Sci. xxx*, pàgs. 69-96.

IZQUIERDO, M. (1997), «El somni de Lavoisier». A: *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT-IEC, pàgs. 365-376.

HINDE, P. T. (1966), «William Hyde Wollaston. The man and his 'equivalents'». *JCE, 43 (12),* pàgs. 673-676.

MEINEL, C. (1988), «Early seventeenth-century atomism. Theory, epistemology and the insuffiency of experiment». *Isis, 79*, pàgs. 68-103.
PANETH, F. A. (1962), «The epistemological status of the chemical concept of element (I, II)». *British Journal for the philosophy of Science 49*, pàgs. 1-14; *50*, pàgs. 144-160.
PERRIN, C. (1983), «Joseph Black and the absolute levity of Phlogiston». *Annals of Science, 40*, pàgs. 109-137.
ROCKE, A. (1984), *Chemical Atomism in the Nineteenth Century: From Dalton to Cannizzaro*. Columbus, Ohio State University Press.
SCHUFLE, J.A.; THOMAS, G. (1971), «Equivalent weights from Bergman's data on phlogiston content of metals». *Isis, 62*, pàgs. 499-506.
WOLLASTON, W.H. (1814), «On a synoptic scale of chemical equivalents». *Philosophical Transactions of the Royal Society, 104*, pàgs. 1-22.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 417-423

ANTONI RIBAS DE CONILL (1880-1935) Y EL «OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE CABANAS»

Josep Llombart Palet
Departamento de Física Teórica e Historia de la Ciencia. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Paraules clau: *Antoni Ribas de Conill, astronomia, observatori, Cabanes d'Empordà, segle xx.*

Antoni Ribas de Conill (1880-1935) and the «Observatorio Astronómico de Cabanas»

Summary: *We describe and discuss the most significant aspects of the life and works of the amateur astronomer A. Ribas, who carried out his investigations in the observatory he built at Cabanes d'Empordà (Girona, Catalonia, Spain).*

Key words: *Antoni Ribas de Conill, Cabanes d'Empordà, astronomy, observatory, XXth Century, Girona, Catalonia, Spain.*

Introducción

Han sido muchos los astrónomos aficionados que han desarrollado su labor en nuestro país desde las últimas décadas del siglo XIX. Algunos de ellos levantaron a sus expensas sus propios observatorios. A pesar de que un buen número de autores se han ocupado de reseñar los resultados de las observaciones debidas a dichos astrónomos, lo cierto es que todavía queda mucho por hacer en este ámbito.

La comunicación que se presenta tiene por objeto dar a conocer las actividades que realizó el astrónomo aficionado A. Ribas de Conill desde el observatorio que construyó en Cabanes d'Empordà.

Datos biográficos

En 1956 la revista figuerense *Canigó* publicó un artículo titulado «Un astrónomo ampurdanés: Don Antonio Ribas de Conill», que su autor, Joan Guillamet, dedica «al prócer cabanense Don Antonio de Puig de Conill, a su gentilísima consorte Doña Cecilia Conde y a mi buen amigo Don Daniel Brusés» (GUILLAMET, 1956: 11), lo que hace pensar que fueron éstas las personas que proporcionaron a Guillamet la mayor parte de las noticias sobre A. Ri-

bas que figuran en este y otros trabajos del mismo autor referidos al personaje objeto de este estudio. Guillamet inicia su artículo lamentando que a la muerte de Ribas «no se supiera dar continuidad a la labor del Observatorio Astronómico de Cabanas, puesto que sus materiales han ido dispersándose hasta no quedar ni rastro», aseveración errónea como se verá más adelante. Antoni Ribas nació el 25 de septiembre de 1880, siendo su familia paterna «oriunda de Garriguella», aunque «llevaba largos años afincada en Cabanas», mientras que su madre «procedía de una linajuda familia olotense». Fue «a cursar el Bachillerato en el Instituto de Figueras, terminándolo con excelentes notas a los catorce años de edad», aunque en la «Hoja de estudios» de A. Ribas que se encuentra en el Archivo de dicho Instituto, sólo figura que durante los cursos 1890-91 y 1891-92 estuvo matriculado en las asignaturas «Gramática latina y castellana (Primer curso)» y «Nociones de Geografía» y «Gramática latina y castellana (Segundo curso)» e «Historia de España», respectivamente, obteniendo en todas ellas la calificación de sobresaliente. Más adelante, Guillamet afirma que Ribas tenía «excepcionales dotes de memoria, inteligencia e imaginación», así como «una portentosa facilidad para las matemáticas». También era muy aficionado a la literatura, a la vez que mostraba un gran interés por las «cuestiones agrícolas». Entre sus aficiones deportivas ocupaban un lugar preferente la equitación y la caza, siendo un consumado jinete y un extraordinario tirador. Guillamet dice que Ribas inició la carrera de Derecho, aunque la abandonó al poco de iniciarla. A los 22 años se trasladó a México, en donde parece ser que estuvo dirigiendo una fábrica. Desde México viajó a la mayoría de los países iberoamericanos, encontrándose en Buenos Aires cuando fue requerido por su padre para que regresara a Cabanes. Aunque Guillamet no haga referencia a ello en sus escritos, quizás por no tener problemas con la censura de la época, parece ser que fue durante su estancia en Iberoamérica cuando Ribas se convirtió en un adicto a la morfina, de la que también llegó a ser una adepta su mujer, Salvadora de Ros, hecho éste que sigue presente todavía hoy en la memoria colectiva de los cabanenses. El interés de Ribas por la astronomía se acrecentó después de regresar de América. Del trabajo de Guillamet se desprende que A. Ribas heredó la hacienda familiar; pero es posible que esto no sea absolutamente cierto. Parece ser que A. Ribas fue desheredado por su padre, pasando a la muerte de éste la casa y las tierras a manos de Concepción Ribas, hermana de Antonio. Según cuentan los que la conocieron era una mujer discreta y apocada, por lo que no es de extrañar que A. Ribas se hiciera con el gobierno de la casa y las propiedades. Así pudo invertir grandes sumas de dinero en la construcción de lo que él denominó primero «Observatorio del Muga» (nombre del río que pasa por el Mas Ribas) y más tarde «Observatorio de Cabanas». La cúpula giratoria la construyó el herrero del pueblo siguiendo las instrucciones de Ribas. «Constituía la admiración de cuantos la visitaban, tan lograda era su construcción –nos dice Guillamet– que incluso una criatura de corta edad podía manejarla maniobrando una manivela». Fue miembro de las siguientes sociedades: *Sociedad Astronómica de España y América*, *Societé Astronomique de France,* y *Societé Belgue d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe* (OLIVER, 1997:185). Josep Comas y Solá le distinguió con su amistad y mantuvo correspondencia con Camille Flamarion. Guillamet concluye este primer trabajo dedicado a A. Ribas del que se tiene noticia citando algunas de sus publicaciones y refiriéndose a las dos conferencias que pronunció sobre *El planeta Marte, sus observaciones telescópicas y resultado obtenido de la discusión de las mismas; problema de la vitabilidad en Marte.* Una de ellas en Figueras, el día 20 de noviembre de 1929, y la otra en Barcelona. A. Ribas de Conill falleció el día 13 de marzo de 1935. Sus restos mortales descansan en el cementerio de Cabanes, así como los de

su esposa y su hermana. Con motivo de su fallecimiento, la *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América* (RSADEYA) publicó una nota necrológica dedicada a su persona en la que, entre las actividades que desarrolló como astrónomo, se destacan «sus excelentes dibujos planetarios» y sus «observaciones de Marte, de Júpiter, de Saturno, de estrellas, etc.».

Con el objeto de complementar el trabajo de Guillamet, los responsables de *Canigó* le pidieron a Federic Armenter que, en su condición de presidente de la Sociedad Astronómica de España y América, escribiera «algo» en la revista sobre Ribas de Conill. En su artículo, Armenter dice que conoció a Ribas en 1923, siendo «efusivo y continuado hasta su muerte el contacto» (ARMENTER: 1956, 14) que mantuvo con él y muy «especialmente el que sostuvo con el primer presidente y fundador de la Sociedad Astronómica de España y América el insigne astrónomo José Comas Solá». Más adelante considera que «pocos son los casos de una elevación tan rápida desde un simple aficionado, a un autor de trabajos tan serios de observaciones astronómicas». Armenter explica este caso teniendo en cuenta que Ribas contó, además de «un buen observatorio», con una «magnífica biblioteca especializada» en astronomía, describiendo el «pequeño» observatorio con las siguientes palabras: «el local que contenía el telescopio se hallaba al extremo de una gran sala que era a la vez biblioteca y gabinete de trabajo. La cúpula que cobijaba su telescopio tenía 5 metros de diámetro, era giratoria, descansando sobre siete ruedas cuyos ejes se movían en cojinetes a bolas la cual dábale un movimiento suave que la hacía sumamente manejable». Se accedía al observatorio, y se podría acceder actualmente si la salida al piso superior no estuviera tapiada, desde una de las estancias principales de la casa a través de una escalera de caracol de madera que todavía se conserva. La cúpula fue desmontada a mediados de los años cuarenta. Todavía se pueden ver esparcidos por el suelo en los alrededores de la casa algunos de los restos de la misma. Las varillas metálicas que sostenían el ensamblaje fueron utilizadas para acometer la ampliación del gallinero de la finca. A señalar que en lo que queda hoy de la estancia descrita por Armenter todavía se puede observar el basamento en que se apoyaba la cúpula, la manivela con la que un niño podía moverla, la escalera de madera de acceso al telescopio, algunos estantes de la biblioteca y una chimenea con la que el astrónomo se protegía de los rigores invernales. Armenter describe así el equipamiento de que estaba dotado el observatorio: «La ecuatorial, construida por la casa M. Manent, de París tenía 162 mm de abertura y constaba de todos los elementos esenciales: mecanismo de relojería, palancas-rectificadoras, alumbrado eléctrico de los hilos, etc. Era, en fin, un telescopio refractor de excelente definición con un gran poder separador. El observatorio poseía, además, otro anteojo marca Bardou, de 108 mm de abertura, desplazable, varias instalaciones para las observaciones meteorológicas y una antena y aparato de T. S. H. para la recepción de las señales horarias». El articulista menciona los trabajos con los que Ribas inició, en 1924, sus colaboraciones en la RSADEYA transcribiendo dos extensos párrafos del primero de ellos. Armenter también se hace eco de las extraordinaria aptitud de Ribas como «excelente dibujante y perspicaz observador, cosas que difícilmente suelen verse reunidas», considerando que «sus dibujos de Marte, de Júpiter, de Saturno, de las manchas solares, tienen un valor inapreciable». Entre las numerosas contribuciones de Ribas de Conill a dicha revista en el periodo comprendido entre 1923 y 1934, Armenter destaca «una magnífica serie de observaciones del planeta Marte realizadas con motivo de las oposiciones de 1924, 1926, 1928, 1930» y «sus observaciones sobre las manchas de Júpiter, de los anillos de Saturno, de las manchas del Sol, de ciertas regiones de la Luna (es sumamente interesante su colección de dibujos del Muro Recto y de varias regiones del mundo sideral)». Por

lo que hace referencia a los dibujos realizados por Ribas, Armenter destaca los del planeta Marte, añadiendo que «muchos de ellos se guardan como preciado tesoro en la Sociedad Astronómica de España y América pudiendo verse algunos expuestos actualmente en el salón de actos de dicha Sociedad». Hoy en día no existe ni rastro de tales dibujos en dicho salón ni están colgados de las paredes de la vetusta sede de la entidad. Armenter concluye su artículo con una nota optimista, afirmando que tanto la ecuatorial como una gran parte de la importante biblioteca de Ribas no se han perdido, ya que fueron adquiridos por el astrónomo aficionado barcelonés Albert Barangé, quien llegó a obtener con la ecuatorial Manent «magníficas fotografías estelares».

Un año más tarde, en 1957, *Canigó* dio a conocer el perfil humano de nuestro personaje a través de un artículo debido a Modest Serra, «paisano y amigo» de Ribas, en el que se dice que fue un hombre que «se distinguió por su bondad y carácter afable» (SERRA: 1957, psn) y se describe su personalidad en los siguientes términos: «A su don de gentes, a su cultura exquisita y a sus conocimientos profundos y valiosos, unía una humildad tan señorial y tan sencilla que se ganaba enseguida las simpatías de quien le trataba. Era la modestia personificada –jamás fue mejor empleado este calificativo– y nunca negaba su consejo, su apoyo y su ayuda a cualquiera persona u obra que la solicitara o la precisara». Serra, refiriéndose a su amigo, da testimonio de «los sinsabores que pasó para llevar a buen término la empresa» de levantar el observatorio; «de las satisfacciones que gozó con su telescopio, su gabinete de trabajo y su repleta biblioteca, que constituían su pequeño mundo y del que pocas veces se separaba» y en el que «pasaba noches enteras observando el firmamento y anotando sus impresiones en unos cuadernos, que luego servían para dar a conocer sus teorías a diversas publicaciones especializadas». Actualmente son muchos los que piensan que aquello fue su ruina.

En 1972 Guillamet publicó una nueva versión de su contribución de 1956, que contiene algunos datos obtenidos de los artículos que se acaban de reseñar y en la que se encuentran algunas anécdotas que dan testimonio de la «certa excentricitat enginyosa» (GUILLAMET: 1990, 225-232) de la que también hacía gala Ribas de Conill. Años más tarde, en 1985, Salvador Cañigueral dedicó su atención a la figura de A. Ribas en el libro *Homes de ciència empordanesos,* incluyendo una bibliografía incompleta de su obra que consta de 14 títulos.

En 1994 se produjo un hecho singular. Mercè Casas, viuda de Albert Barangé, que era el astrónomo aficionado que había adquirido la ecuatorial Manent y la mayor parte de la biblioteca de Ribas a la esposa de éste, donó el telescopio y la biblioteca a la *Agrupació Astronòmica de Sabadell.* Esta asociación ha realizado una extraordinaria restauración del aparato (OLIVER: 1996, 3-18). Finalmente, entre las cincuenta y cinco reseñas biográficas de astrónomos españoles que se recogen en la obra *Historia de la Astronomía amateur en España,* de la que es autor Josep María Oliver, figura la que se refiere a A. Ribas de Conill, aunque se aportan muy pocos datos a los ya conocidos sobre su vida y sus actividades científicas. A señalar la descripción que hace Oliver de la cúpula del Observatorio de Cabanas, que «era de armazón metálico cubierto con planchas de madera sobre las cuales se había adherido cartón impermeabilizado con una capa de asfalto y arena, y todo recubierto con pintura blanca de cemento» (OLIVER: 1997, 182-185). Entre los trabajos de Ribas, Oliver destaca los que hacen referencia «a los estudios de las variaciones de las sombras de la Luna y las detalladas descripciones de las variaciones morfológicas de Marte observadas en las oposiciones de 1924, 1926 y 1928».

Publicaciones

De las 78 páginas que público Ribas entre 1924 y 1931 en las que daba a conocer los resultados de sus observaciones, la mayoría de ellas, 73, vieron la luz en la Revista de la Sociedad Astronómica de España y América. En el XII Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, celebrado en Barcelona en 1929, presentó una recopilación de sus estudios sobre Marte que fue publicada en las actas del evento. A destacar que, en su conjunto, dichos textos vienen ilustrados con casi un centenar de dibujos debidos a Ribas. También se pueden contabilizar 8 brevísimas notas que publicó en la revista *L'Astronomie* en las que da cuenta de los resultados de sus observaciones, siendo el astrónomo español, después de J. Comas y Solá, que tiene un mayor número de contribuciones en dicha revista durante los años que estuvo en activo.

En la RSADEYA publicó una serie de 10 artículos titulada «El astrónomo aficionado y su observatorio», en los que, con un lenguaje sencillo, ameno y muy práctico, ofrece a los lectores todo tipo de recomendaciones y experiencias, con el objeto de animarlos a seguir sus propios pasos. A lo largo de sus publicaciones Ribas otorga una gran importancia a los dibujos realizados a través del ocular, algo que hoy en día, cuando la fotografía está siendo superada por la digitalización en CCD, parece desfasado. Hay que decir, sin embargo, que hasta no hace mucho tiempo el dibujo y el ojo humano captaban muchos más detalles que la fotografía en trabajos de morfología planetaria, precisamente la principal especialidad de Ribas. En algunos de sus escritos, el astrónomo ampurdanés no sólo da consejos para dibujar, sino que analiza, uno por uno, cada planeta y expone las técnicas más adecuadas que deben emplearse en cada caso. En distintos artículos, Ribas da a conocer los resultados de sus campañas de observaciones, fundamentalmente de Marte, Júpiter y Saturno, aunque también los hay sobre el Sol y la Luna.

Hasta la fecha se tiene noticia de la existencia de las siguientes publicaciones debidas a Ribas de Conill:

(1922) *L'Astronomie*, vol. 36, 266, 516, 517, 518.
(1923) *L'Astronomie*, vol. 37, 500.
(1924) *L'Astronomie*, vol. 38, 7.
(1924) «El astrónomo aficionado y su observatorio», RSADEYA, Año XIV, 93, 1-4.
(1924) «El astrónomo aficionado y su observatorio II», RSADEYA, Año XIV, 94, 17-21.
(1924) «El astrónomo aficionado y su observatorio III», RSADEYA, Año XIV, 95, 38-42.
(1924) «El astrónomo aficionado y su observatorio IV», RSADEYA, Año XIV, 96, 49-53.
(1924) «Observaciones de Marte. Agosto y septiembre de 1924», RSADEYA, Año XIV, 97, 65-68.
(1924) «Oposición de Marte en 1924 (continuación)», RSADEYA, Año XIV, 98, 81-83.
(1925) «Noticias sobre el eclipse parcial de Sol de 24 de enero y el eclipse parcial de Luna del 8-9 de febrero de 1925», RSADEYA, Año XV, 99, 14-16.
(1925) «Oposición de Marte en 1924 (conclusión)», RSADEYA, Año XV, 100, 17-18.
(1925) «El astrónomo aficionado y su observatorio. V», RSADEYA, Año XV, 102, 52-56.
(1925) «El astrónomo aficionado y su observatorio. VI», RSADEYA, Año XV, 103, 65-68.
(1925) «Júpiter. Octubre de 1925», RSADEYA, Año XV, 103, 70.
(1925) «El astrónomo aficionado y su observatorio. VII», RSADEYA, Año XV, 104, 83-87.
(1925) «Observaciones de Júpiter, 1925. Pasos de satélites», RSADEYA, Año XV, 104, 89-90.

(1926) *L'Astronomie*, vol. 40, 46.
(1926) «Júpiter, 1925», RSADEYA, Año XVI, 105, 6.
(1926) «El astrónomo aficionado y su observatorio. VIII», RSADEYA, Año XVI, 106, 18-20.
(1926) «Manchas solares», RSADEYA, Año XVI, 106, 21-22.
(1926) «Manchas solares», RSADEYA Año XVI, 108, 73-74.
(1926) «El astrónomo aficionado y su observatorio. IX», RSADEYA, Año XVI, 108, 76-78.
(1926) «Júpiter en 1926», RSADEYA, Año XVI, 110, 105-106.
(1927) *L'Astronomie*, vol. 41, 252.
(1927) «Marte en 1926», RSADEYA, Año XVII, 112, 17-23. También se publicó como separata por el «Observatorio astronómico de Cabanas» con el título «Observaciones planetarias».
(1927) «Ultimas observaciones de Marte, 1927», RSADEYA, Año XVII, 113, 33-34.
(1928) «Júpiter en 1927», RSADEYA, Año XVIII, 117, 12-13.
(1928) «El astrónomo aficionado y su observatorio. X», RSADEYA, Año XVIII, 123, 117-119.
(1929) «Júpiter en 1928-29», RSADEYA, Año XIX, 126, 17-21.
(1929) «Marte (1928-29)», RSADEYA, Año XIX, 127, 33-35.
(1931) «Cambios observados en los aspectos de varias regiones del planeta Marte durante los años 1924-1926-1928». En: *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Duodécimo Congreso celebrado en la ciudad de Barcelona del 20 al 27 de mayo de 1929 (Quinto Congreso de la Associaçao Portuguesa para o Progreso das Sciências)*, Tomos III y IV, Sección 2ª, Ciencias Astronómicas, Geodésicas y Geográficas, Madrid, Establecimiento tipográfico de Huelves y Compañía, 71-78.

Epílogo

Actualmente el telescopio con el que Ribas realizó la mayor parte de sus observaciones se encuentra expuesto en la sede de la Agrupació Astronòmica de Sabadell. El día 9 de junio de 1999 su objetivo, perfectamente operativo y de alta calidad, volvió a entrar en funcionamiento por tercera vez en su historia en el observatorio de dicha entidad, integrado en uno de los telescopios montados en paralelo sobre el reflector principal.

Los restos de Antoni Ribas de Conill descansan en el cementerio de Cabanes d'Empordà en un nicho que se halla en un estado tal de abandono, que apenas puede adivinarse el nombre, pintado sobre cal en letras azules, del que fuera, sin duda, uno de los más importantes astrónomos aficionados de nuestro país durante la década de los años 20. Desde estas páginas, el autor desea hacer un llamamiento a las instituciones, entidades y aficionados a la astronomía con el objeto de que se pueda poner fin a dicha situación.

Agradecimientos

El autor quiere hacer público su agradecimiento a las entidades y personas que le han ayudado en la realización de este trabajo: Sociedad Astronómica de España y América, en la persona de Josep Mayor; Agrupació Astronòmica de Sabadell, en la persona de su presidente, Josep Maria Oliver; Josep Maria Masdevall, Pere Ylla Llombart y Josep Pujolás

Bibliografía

ARMENTER, F. (1956), «A la memoria de un insigne astrónomo ampurdanés», *Canigó*, 33, 14.

CAÑIGUERAL, S. (1985), «Antoni Ribas y de Conill, Cabanes, 1880-1935. Astronomia». En: CAÑIGUERAL, S. *et al.*: *Homes de ciència empordanesos. (Materials per un diccionari històric de la ciència a l'Empordà),* Figueres, Carles Vallés-Editor, 117-119.

GUILLAMET, J. (1956), «Un astrónomo ampurdanés: Don Antonio Ribas de Conill», *Canigó*, 32, 11.

GUILLAMET, J. (1990), «La tramontana dels astres: Antoni Ribes de Conill». En: GUILLAMET, J.: *Coses i gent de l'Empordà*, 2ª ed., Barcelona, Editorial Joventut, 225-232. (1ª ed., Barcelona, Editorial Selecta, 1972).

LLOMBART, J. (1999), «Antoni Ribas (1880-1935), astrónomo ampurdanés», *Astrum, Revista de divulgación científica órgano de la Agrupació Astronòmica de Sabadell*, 148, septiembre 1999, 72-74.

OLIVER, J. M. *et al.* (1996), «En torno a un telescopio», número monográfico de *Astrum, Revista de divulgación científica órgano de la Agrupació Astronòmica de Sabadell*, 127, marzo 1996.

OLIVER, J. M. (1997), «Antoni Ribas de Conill». En: OLIVER, J. M.: *Historia de la Astronomía amateur en España. Hechos anécdotas, logros y sinsabores de una afición muy celestial*, Madrid, Equipo Sirius, 182-85.

PLA CARGOL, J. (1960), *Biografías de gerundenses (Gerona y sus comarcas).* 2ª ed., Girona-Madrid, Dalmau Carles Pla (citado en el trabajo de S. Cañigueral).

SERRA, M. (1957), «Más sobre astrónomo Don Antonio Ribas de Conill», *Canigó*, 42, psn.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 425-431

LES APORTACIONS DELS JESUÏTES DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE A LA CREACIÓ DEL LLENGUATGE CIENTÍFIC CATALÀ MODERN (1904-1936)

Joan March Noguera

Paraula clau: *Jesuïtes de l'Observatori de l'Ebre.*

The contribution of Jesuit from the Ebre Observatory about the creation of the modern catalan scientific language

Summary: *The personality of Antoni Vicent (1837-1912), harvester of science, catalanista and initiator the social Catholicism, was teacher in the «Colegio Máximo de Jesús» from Roquetes, high seminary of Jesuits of Aragon crown where he made the atmosphere necessary by to have built in 1904 the Ebre Observatory, and in the following years the Chemical Laboratory (1905) i the Biological Laboratory (1909). Is in this ones institutions where some scientifics Jesuits to continue the spirit of Vicent's. to making a creation of the modern catalan scientific were J. Barnola (1870-1925).*

Key word: *Jesuits from the Ebre Observatory.*

Quan s'inaugura oficialment l'Observatori de l'Ebre l'any 1905[1], s'ha posat en marxa el moviment llançat per la *Lletra de Convit* (1901) d'elaborar el *Diccionari de la Llengua Catalana* i dins aquest procés la creació del llenguatge científic català modern. Val la pena tornar un poc enrere i analitzar per què un grapat de jesuïtes conreadors de les ciències des de finals del segle passat varen posar en marxa una sèrie d'institucions científiques que es convertiren en capdavanteres en cada una de les seves especialitats. El primer que cal deixar clar és que la concentració de la producció científica a Catalunya en un grapat de clergues entre 1879[2] i 1936 de la categoria de Frederic Faura (1840-1897), astrònom, i Benet Viñes (1837-1893), astrònom, com a mestres precursors, i Josep Maria Albiñana (1875-1922), geòleg; Josep Algué (1856-1930), astrònom; Joaquim Barnola (1870-1925), biòleg; Ricard Cirera

[1] He d'agrair d'una forma molt especial a l'actual bibliotecària de l'Observatori, Maria Genescà, l'ajuda prestada per fer possible aquesta comunicació.

[2] Any de publicació de l'*Aeterni Patris*.

(1864-1932), astrònom; Longí Navàs (1858-1939), biòleg; Ignasi Puig (1887-1961), astrònom; Jaume Pujiula (1869-1958), biòleg; Lluís Rodés (1881-1939), astrònom i Eduard Vitòria (1864-1958), químic, com a deixebles; jesuïtes tots ells, o el capellà secular Jaume Almera (1845-1919), geòleg, no va ser fruit de la casualitat sinó de l'esperit que s'havia iniciat poc abans del papat de Lleó XIII (1878-1903).

Lleó XIII i el seu equip varen dotar l'Església entre 1879 i 1891, de tres grans instruments per tractar de tornar a impregnar la societat d'esperit cristià, les seves encícliques: *Aeterni Patris* (1879), amb el seu impuls perquè el clergat conreés l'estudi de les ciències; *Libertas praestantissimum* (1888), amb la legitimació dels moviments de les nacions sense estat per aconseguir una major autonomia i poder desenvolupar la seva personalitat, i, per últim, la *Rerum novarum* (1891).

La causa que quasi tot ells varen tenir qualque cosa a veure amb l'Observatori de l'Ebre[3] i les seves emanacions, Laboratori Químic (1905), Laboratori Biològic (1909), la revista *Iberica* (1914) etc., es deu al fet que a Roquetes ja existia prèviament el Colegio Máximo de Jesús de la Companyia, al qual va estar agregat inicialment l'Observatori i en el qual va ensenyar un jesuïta no excessivament conegut pel que fa al conreu de les ciències, el castelloner Antoni Vicent (1837-1912).

Es pot definir Antoni Vicent com el seguidor perfecte de les tres encícliques papals abans esmentades, amb la característica que la seva presa de consciència en relació amb els problemes que es tracten a les encícliques és previ a la seva publicació, ja que per la seva edat el fan més un precursor, com Faura i Viñes, que un producte del moviment regeneracionista derivat de les directrius papals.

De família benestant, va estudiar la carrera de dret a la Universitat de Madrid, i una vegada acabada la carrera (1859)[4] va sentir la vocació religiosa i va demanar l'entrada a la Companyia de Jesús (1861). Quan varen saber de la seva capacitat intel·lectual els seus superiors, seguint la tradició jesuítica, el varen enviar a estudiar ciències a la Universitat de Sevilla, on es va llicenciar l'any 1865. Enviat a ensenyar les distintes assignatures de ciències al col·legi de segona ensenyança de Sant Ignasi de Manresa, va alternar aquesta tasca, per a la qual tenia especial estimació, amb la d'organitzar els primers cercles d'obrers catòlics (1866) abans que els seus homòlegs francesos com Albert Mun (1841-1914). La revolució del 68 el va fer emigrar a França, on va connectar amb Mun i el seu moviment sindicalista catòlic i va ampliar els seus coneixements en temes socials i de ciències. L'any 1874, com la resta dels jesuïtes, va tornar a ser destinat a Espanya per estudiar teologia al Colegio Máximo de Jesús a Tortosa, on fou ordenat capellà. Va romandre a Tortosa fins l'any 1884, on va exercir de professor de sagrades escriptures, i, a més d'aprofundir els seus estudis de ciències biològiques, va crear cercles d'obrers catòlics amb l'ajut inestimable de l'imminent científic i protector de

[3] La millor prova de la tesi que defenso al llarg del treball la trobam al treball coordinat per Ricard Cirera: CIRERA SALSE, Ricardo (1906). *Noticia del observatorio y de algunas observaciones del eclipse.* Barcelona. Gustavo Gili Editor. A la portada d'aquest treball hi ha la clau de la fundació de l'Observatori que diu així: *Memorias del observatorio del Ebro situados en Roquetas agregado al Colegió Máximo de la Compañía de Jesús, de Tortosa*.

[4] Va treballar al despatx del misser i polític carlista valencià Antoni Aparisi (1817-1872).

l'Observatori J. Landerer (1841-1922) per tota la diòcesi amb tanta força que l'any 1887 va ser la seu de la convenció estatal de sindicats catòlics. La Companyia, seguint l'*Aeterni Patris,* va muntar un laboratori de biologia ben dotat al col·legi de segona ensenyança de San José de València l'any 1885 i Antoni Vicent es va encarregar de la direcció. Entre aquest any i 1889 va ser la seva etapa més productiva amb relació a la biologia, i fruit de la tasca d'aquests anys publicarà, el 1892, *Estudios Biológicos*[5]. L'any 1889 va ser el darrer que va exercir l'ensenyança de les ciències i la direcció del laboratori com a activitat principal, ja que l'evolució positiva de la seva activitat social el va obligar a dedicar-se més a aquests temes.

Per l'àmbit del treball em referiré a la influència de Vicent en els aspectes de l'estimació vers la llengua i la cultura catalanes, així com vers la investigació científica. Vicent va intercanviar correspondència amb el dos cappares del catalanisme religiós de l'època, molt amics entre ells Josep Torras i Bages i Antoni Alcover.

El manifest a favor de l'elaboració del *Diccionari General de la Llengua Catalana* el va fer públic mossèn Alcover el dia 3 de juliol de 1901 mitjançant la *Lletra de Convit,* i tenim una carta d'Antoni Vicent datada el 10 de desembre que demostra que en va ser col·laborador de primera hora, en la qual informa que ha rebut carta d'Alcover juntament amb un nombre important d'exemplars de *Lletra de Convit,* Vicent indica a qui els ha donat i li transcriu les direccions perquè hi connecti directament. Vicent va mantenir sempre la seva influència moral sobre el Colegio Máximo de Jesús de Tortosa, per on varen passar els anys en què ell féu de professor o en els immediatament posteriors el grup més granat dels científics jesuïtes i catalanistes que tindran en Antoni Vicent el model a seguir, especialment inclinat a la investigació científica, tant per als professors com per als alumnes, on contaven amb una bona biblioteca, així com amb les instal·lacions científiques necessàries.[6]

Així, trobam al llarg de les pàgines 44 a 46 del volum I del *Bolletí del Diccionari,* datat el març de 1902 i sota l'epígraf *Llista de col·laboradors del diccionari per orde cronològich* el següent: *277 R. P. Antonio Vicent, Jesuíta.-Colegio de S. José, Valencia.*

Mossèn Alcover va emprendre el tercer dels seus viatges per les terres de parla catalana el mes d'abril del mateix any i a la pàgina 94 i del *Bolletí...* trobam que al mes de maig escriu:

> Dia 11.– Pren el tren de Valencia y... Celebra una llarga entrevista amb lo célebre naturalista y Corresponsal nostre, Rt. P, Vicent, jesuïta.

Tenim més dades d'aquesta entrevista de les que van sortir al Bolletí *d'acord amb el que va publicar Alcover mesos abans a* Impresions de Viatge, *crònica del viatge feta pel* Diari de Mallorca. *Així, amb relació a Antoni Vicent deia el següent a la pàg. 154:*

[5] VICENT TOLZ, Antoni (1892). *Estudios biólogicos de la vida y de los principales estados psicofisiologicos y psicopatológicos del hombre.* Valencia. Imprenta de José Ortega.

[6] És de gran interès *Bodas de oro de los padres jesuitas en Tortosa 1879-1929* (1929). Tortosa. En ella s'explica l'ambient científic que presideix el col·legi de Jesús, fruit de la interacció de professors i alumnes (certàmens literaris de ciències).

> També he vist el P. Antoni Vicent, honor de la Companyia de Jesús, glòria de la ciència espanyola, apòstol de la sociologia catòlica y dels Circols d'Obrers. Me digué que recomana per tot l'obra del Diccionari y que seguirá fent lo mateix.

Retornam el *Bolletí* per continuar el viatge:

> Dia 15.– Amplía sos estudis sobre el llenguatge tortosí, y conferencía llargament amb los actius Corresponsals y colaboradors tortosins R. P. Joseph Pastoret, jesüita, D. Francesch Mestre y Mossen García Girona, superior del Col.legi de Vocacions Eglesiástiques y Mossen Bellpuig, catedrátich del Seminari...

És interessant tenir en compte que per a mossèn Alcover el seu amic Antoni Vicent, fins i tot en el moment de més ensuperbiment de Vicent com a activista social, el defineix com a *notable naturalista.* Així, apareix novament al *Bolletí del Diccionari*[7]*:*

> A València, a n-el discurs que férem a la Asamblea regional de societats Catòliques Obreres, qu'organisá el meritíssim jesuita y notable naturalista Rt. P. Antoni Vicent, [...] convidárem els asambleistes a prendre part en l'Obra del Diccionari.

Una bona prova de la presència de Vicent, a l'ombra, en a la creació de l'Observatori de l'Ebre, la trobam en relació amb la data de la inauguració oficial, el dia 30 d'agost de 1905 amb motiu de l'eclipsi total de sol especialment visible al mediterrani. Alcover, vicari general de Mallorca, va aconseguir, gràcies als bons oficis del seu amic Vicent, que es desplacés a Mallorca una important delegació de científics adscrits a l'Observatori presidida ni més ni menys que per Josep Algué per ajudar a muntar un observatori astronòmic i meteorològic al seminari de Sant Pere de Palma i, posteriorment, observar l'eclipsi de sol, ja que Mallorca era un territori privilegiat per contemplar aquest eclipsi. Vigilant l'operació compareixerà Antoni Vicent que, amb el seu sentit pràctic, va organitzar una expedició completa a les Illes.

L'any 1918 mossèn Alcover va tornar a Tortosa i va donar al *Bolletí* una informació absolutament demostrativa de l'interès dels jesuïtes de l'Observatori per la llengua i la cultura catalana, així trobam a la pàgina 213 del tom X del *Bolletí* que el dia 31 de juliol:

> Els pares de l'Observatori de l'Ebre m'envien un carruatge per que hi vaja a estar un parell d'hores ab ells puys desitgen ferm saludarme i obsequiarme; i tenc el disgust de dirlos que m'es impossible arribarhi per absoluta falta de temps.

Dels jesuïtes científics que passaren pel Colegio Máximo de Jesús de Tortosa i tingueren relació amb Antoni Vicent podem distingir dos grups amb relació a la seva actitud sobre la utilització del català com a llenguatge científic.

El primer format, fonamentalment per Josep Maria Albiñana, Ricard Cirera, Josep Algué, Jaume Pujiula, Lluís Rodés i Eduard Vitoria, que comprenent el catalanisme i la necessitat de la normalització lingüística consideraran que publicant els seus coneixements

[7] *Bolletí del Diccionari de la Llengua Catalana* (1904). Tom II. Pàgs. 307 i 308. 12 de maig.

científics en català tindran poca difusió i per això publicaran amb abundància en alemany, castellà o anglès, però gairebé mai en català, tot i que gràcies a la seva postura oberta al catalanisme varen contribuir a la creació del llenguatge científic català.

Aquest és el cas de Josep Maria Albiñana, geòleg expert en sismologia, que va ser durant molts anys el bibliotecari de l'Observatori i va dirigir en els darrers anys de la seva vida (1917-1922) la revista *Iberica,* i que es va cartejar amb Torras i Bages i Alcover, amb qui va mantenir una relació d'amistat des que es varen conèixer al Primer Congrés Internacional de Llengua Catalana l'any 1906.

Pas a ressenyar una de les cartes en català (en paper de la revista *Iberica*, en castellà) dirigides a Alcover, testimoni de l'inici d'un intercanvi de publicacions que sens dubte va contribuir a la creació del llenguatge científic català datada el 7 de gener de 1914:

> Acabo de rebre el nº 13 T. VII del seu preuat Bolletí, damunt del qual escriu que de bon gust estableix el canvi amb la nostra *jovenivola* Revista[8]

Ricard Cirera era germà de Lluís Cirera (1859-1936), metge pioner dels tractaments amb electroteràpia, amic íntim d'Alcover des de la seva llarga estada a Mallorca on havia estat destinat per l'armada a la qual pertanyia, participant al I Congrés de la Llengua, col·laborador del diccionari en les tasques de creació de llenguatge científic, etc. Lluís Cirera va preparar la trobada entre el seu germà i mossèn Alcover en motiu del seu viatge de proselitisme del *Diccionari* pels Pirineus l'any 1900.

El cas de Josep Algué té una certa justificació, i és que la immensa majoria del seu treball científic el va fer lluny d'Europa, a Cuba, Filipines i els Estats Units, per la qual cosa, en aquest cas, els seus treballs en català haurien estat absolutament fora de lloc i absolutament estèrils quant a ressonància, tant dins els mitjans científics com populars.

Del cas de Jaume Pujiula,[9] com a catalanista no exercitant, tenim un testimoni directe d'Antoni Alcover tal com ho explica al tom V del *Bolletí del Diccionari, Dietari de la meua exida a Alemania y altres nacions durant l'any del Senyor 1907*, pàgs. 228 i 229 (27 de setembre de 1907):

> El P. Pijiula a lo que va es a prendre tots els métodes y sistemes d'estudiar la vida en sos diferents ordes, per llavó ell estudiar per conte seu allá ont l'obediència l'enviy. No s'oblida de Catalunya ni de la causa catalana; no'n sap res de lo que va succeint perque no rep ni llitx periòdichs, però de cor ¡vaja si seguex! Me'n ha demanades noves. No n'hi he pogudes donar de fresques perque no'n tench; l'he enterat emperó de la situació, y n'ha estat contentíssim.

[8] Pàg. 411 del volum VII del *Bolletí del Diccionari* deia el següent: *Un nou confrare. Ha visitada la nostra redacció la revista setmanal il.lustrada* Iberica. El progreso de las Ciencias y de sus aplicaciones, *que publiquen els Pares Jesuïtes de l'Observatori de l'Ebre (Tortosa). Establim de bon gust el canvi...*

[9] Mercè Durfort, «Jaume Pujiula i Dilme» (1995), a *Ciència i Tècnica als Països Catalans*, corrobora la tesi central d'aquest treball de posar Antoni Vicent i el Colegio Màximo de Jesús com els promotors imprescindibles per a la creació de l'Observatori de l'Ebre. Pàgs. 831 i 832.

El treball més antic redactat en català per Jaume Pujiula, que ha ressenyat Mercè Durfort, són *Notes sobre els micronuclis d'infusoris en el centrosoma vegetal* (1916). Barcelona. Treballs de la Societat Catalana de Biologia, i *Extensió o noves aplicacions dels mètodes lopo-licròmics de Gallego* (1917).

Lluís Rodés va publicar a la revista científica en català més brillant d'abans de la guerra civil, *Ciència* (1926-1933) subtitulada *Revista Catalana de Ciència i Tecnologia,*[10] l'interessant treball *Un nou mètode independent per mesurar les dimensions i distàncies del sol.*[11] Però el treball vertaderament representatiu de Rodés en català és la conferència que va fer al Palau de la Música Catalana el dia 8 de febrer de 1920, titulada «Harmonies del firmament».[12] La conferència, plena de poesia, marca possiblement el moment de major reconeixement social de l'Observatori de l'Ebre en la persona del seu director.

Longí Navàs, encara que va exercir molts anys des de Saragossa, també va contribuir a la creació del llenguatge científic del qual és un bon exemple el treball «Crisòpids d'Europa», publicat l'any 1915 als *Arxius de l'Institut de Ciències.*[13]

L'altre grup de científics jesuïtes que, a diferència dels primers, va alternar l'ús del català per als treballs científics, amb altres llengües de major difusió foren Ignasi Puig i Joaquim Barnola.

Ignasi Puig, futur director de l'Observatori, va fer l'any 1926, des del seu càrrec de sotsdirector, la següent declaració de catalanisme científic a la revista *Ciència,* com a introducció al seu treball sobre l'Observatori:[14].

L'OBSERVATORI DE L'EBRE

> Aquestes ratlles, doncs, no tenen altra finalitat que la de fer conèixer entre la gent nostrada aquesta Institució veritablement catalana, per trobar-se instal·lada en terres de Catalunya, per haver estat un català son fundador i per ésser també catalans la majoria de Pares i Germans Jesuïtes que hi han treballat i hi treballen encara en la tasca no interrompuda del seu funcionament.

Per acabar, tenim el cas de Joaquim Barnola, íntim amic de mossèn Alcover,[15] abso-

[10] La revista pertanyia al grup editorial Catalònia, que va publicar un seguit de revistes en català que cobrien diverses àrees de la vida diària, així com diverses col·leccions de llibres en català.

[11] Núm.25. Novembre 1928.

[12] RODES, Lluís (1920). *Harmonies del firmament.* Barcelona, Oliva de Vilanova Impressor.

[13] *Arxius de l'Institut de Ciències.* Any III. Número II (1915). Pàgs. 1 a 99.

[14] *Ciència* .Núm. 3. Abril 1926.

[15] A l'Arxiu de l'Obra del Diccionari existeixen una sèrie de cartes de Barnola a Alcover que demostren la inequívoca participació de Barnola en el procés de creació del llenguatge científic català.

lutament integrat en el catalanisme científic tant pel que fa a la publicació dels seus treballs com des del punt de vista institucional (president de la Institució Catalana d'Història Natural 1913-1916 i 1918-1921).Valgui com exemple el treball que va publicar en el primer número de *Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural,* l'any 1915, «Contribució a l'estudi de les falgueres de Catalunya».[16]

En resum, podem concloure després del breu repàs sobre la biografia d'aquest grapat de científics catalans que el viver de vocacions científiques que va ser l'Observatori va donar bons resultats no tan sols en l'àmbit científic sinó també en l'àmbit catalanista.

[16] Pàg. 95.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 433-438

L'ÀLGEBRA I LA GEOMETRIA A PIETRO MENGOLI (1625-1686)

Mª Rosa Massa Esteve
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona

Paraules clau: *Mengoli, àlgebra, geometria, segle XVII.*

The algebra and geometry in Pietro Mengoli (1625-1686)

Summary: *In the seventeenth-century in the field of mathematics one of the novelties was the merging of algebra and geometry. In this paper the author describes the relations between algebra and geometry in the works of Pietro Mengoli, mathematician from the seventeenth-century.*

Key words: *Mengoli, algebra, geometry, seventeenth-century.*

1. L'àlgebra i la geometria en el segle XVII

Una de les principals novetats matemàtiques en el segle XVII és l'articulació de l'àlgebra i la geometria. Els dos grans avenços del segle, la geometria analítica i el càlcul infinitesimal, obtenen el seu excepcional poder de l'establiment de correspondències entre fórmules i figures, entre càlculs simbòlics algebraics i operacions geomètriques i construccions.[1]

L'aparició d'*In artem analyticem isagoge* (1591) de Viète (1540-1603) va fer palès l'avantatge d'utilitzar símbols dins la matemàtica no només per representar la incògnita, sinó també per les quantitats conegudes, d'aquesta manera es podia treballar amb equacions en forma general. Viète va posar també en connexió l'àlgebra i la geometria determinant les equacions que corresponen a diverses construccions geomètriques. El procés iniciat per Bombelli (*Algebra*, 1572), Viète, Ghetaldi (*Variorum problematum collectio*, 1607), Fermat (*Varia Opera mathematica*, 1679) i Descartes (*Geometriae*, 1637) va seguir al llarg del segle XVII i molts matemàtics, entre ells Mengoli (1625-1686), van contribuir-hi amb les seves obres. Se-

[1] Aquesta fusió de l'àlgebra i la geometria no podem explicar-la únicament per tendències internes de desenvolupament o necessitat de les matemàtiques en aquell temps; més aviat, per entendre el procés correctament i jutjar la seva importància històrica, l'historiador hauria d'incloure en la seva consideració el desenvolupament en altres àrees intel·lectuals. (Mahoney, 1980: 142)

gons Bos:[2] «El període, els protagonistes i el procés havien rebut poca atenció per part dels historiadors de la matemàtica però en els últims anys existeix una línia d'investigació on s'intenta entendre el procés en el seu propi context, en termes de coneixement matemàtic i de les intencions amb què es treballava més que en termes del que succeirà després». Existeix, per tant, un important debat historiogràfic sobre aquest tema on queda emmarcada aquesta recerca.

En els apartats següents ens proposem aclarir el que l'obra de Mengoli, matemàtic deixeble de Cavalieri, volia aportar a aquest procés de la fusió de l'àlgebra amb la geometria a partir de l'anàlisi dels mètodes algebraics que utilitza per arribar als seus resultats, de com presenta el llenguatge «especiós» o simbòlic, de com opera amb les lletres i de com empra les expressions algebraiques en la geometria.

2. Fonts algebraiques de Mengoli[3]

Quan l'àlgebra es va introduir dins les matemàtiques Mengoli es trobava a Bolonya. Per saber la possible difusió de l'àlgebra a Itàlia ens referirem a un estudi de Luigi Pepe sobre aquest tema. Pepe (1982: 261) remarca que així com Viète estava present en les obres dels italians, la *Géométrie* (1637) de Descartes, va tenir poca difusió a Itàlia. Pepe (1982: 263) diu haver trobat dues referències, una d'elles a Giannantonio Rocca (1607-1659), alumne del Col·legi jesuític de Parma, quan el 1640 un amic li envia la traducció de la *Géométrie* de Descartes. Mengoli s'interessa en fer quadratures a través d'un problema proposat per Rocca i, a més, manté correspondència amb ell. Deu haver conegut Mengoli aquesta obra de Descartes? Mengoli reconeix haver llegit Viète, i Hérigone, però enlloc cita Descartes. D'altra banda, les seves interpretacions algebraiques tampoc ens fan pensar que l'hagi llegit. Viète apareix citat per primera vegada al principi de la *Geometriae Speciosae Elementa,* i més tard en l'Element primer, quan parla dels símbols que utilitzarà, Mengoli cita Hérigone i Beaugrand (1595-1640) que defineix com «analistes» a imitar.

L'obra d'Hérigone *Cursus mathematicus* (Paris, 1634) consta de sis volums entre els quals n'hi ha un d'àlgebra. Cifoletti (1990: 129) diu que aquesta obra era molt coneguda en l'època i sovint citada per Fermat, Mersenne, Cavalieri, etc. També afirma Cifoletti (1990: 160) que «com a manual d'àlgebra va quedar molt elemental i va servir només a les primeres generacions d'algebristes: el perquè del seu renom és degut sobretot al seu caràcter enciclopèdic i al llenguatge universal». També Mahoney (1980: 28) ha fet notar que la secció d'àlgebra d'Hérigone del *Cursus mathematicus* pren les seves paraules directament de Viète, però no n'adopta el simbolisme ni l'esperit.

Beaugrand, l'altre «analista» que cita Mengoli, va publicar a París el 1631 *In artem analyticem Isagoge* de Viète amb uns escolis i un compendi matemàtic. En la *Geometriae Speciosae Elementa,* quan empra el mètode dels indivisibles de Cavalieri, Mengoli diu que ho farà amb àlgebra que és més fàcil i cita un lema de Beaugrand. En el *Circolo*, quan explica les

[2] Aquestes paraules les va dir en el simposi titulat: *Algebra and Geometry around 1600* al XIXTH International Congress of History of Science a Saragossa, el 1993.

[3] Sobre la vida i obres de Pietro Mengoli podeu veure Massa (1995, 1997 i 1998).

taules, Mengoli cita Viète i el seu llibre *Ad angulares sectionem*. Això ens fa pensar que bé sigui a través de l'obra d'Hérigone, a través de la de Beaugrand o bé directament, Mengoli coneixia bé l'obra de Viète.

3. El llenguatge especiós de Mengoli

El 1655 Mengoli escriu en vers una obra dedicada a la Reina Cristina de Suècia on li explica una «via reial» per entendre les matemàtiques, *Via Regia ad Mathematicas per Arithmeticam, Algebram Speciosam, & Planimetriam, ornata Maiestatae Serenissimae D. Christinae Reginae Suecorum* (Bolonya, 1655). En aquesta obra Mengoli divideix les matemàtiques en tres parts: l'aritmètica, on explica les operacions amb els nombres, fins i tot les taules triangulars; l'àlgebra especiosa, on explica com utilitzar les lletres per resoldre equacions i en fa una classificació fins al tercer grau; i la planimetria, on tracta de figures planes i les seves propietats. Al començament de la segona part, l'àlgebra especiosa, Mengoli explica la utilitat d'aquest art:

> Una sola entre les Matemàtiques s'anomenarà Algebra Especiosa, un art en el qual res s'amaga al que investiga. Si preguntes, si és o no és, consisteix en dir la veritat; si preguntes quant és, aquest art ho fa prou. Ja que als nombres genèrics [aquest art] els proporciona maneres aptes per fer i per provar les coses fetes i dites. Així és a saber que hi intervindran dos tipus de nombres generals, aquells que busques [incògnites] i aquells que pots donar [dades] arbitràriament. (Mengoli, 1655: 19)

Mengoli, igual que Viète, explica que representarà els nombres amb lletres, però Mengoli presenta l'àlgebra com un llenguatge i compara metafòricament les figures lingüístiques amb les figures algebraiques. Així, les consonants representen dades; les vocals, incògnites; les síl·labes, expressions algebraiques d'una sola lletra; els signes de puntuació, les regles d'addició, substracció, etc.; les paraules, expressions algebraiques de vàries lletres; els textos, igualtats; els versos, equacions. Mengoli no posa cap exemple amb lletres ni amb nombres d'aquestes comparacions metafòriques, només explicacions. Dóna les propietats de les igualtats: sumant, restant, multiplicant, dividint pels mateixos nombres els dos membres, la igualtat no varia. També elevant al mateix nombre i traient la mateixa arrel als dos membres s'obté la mateixa igualtat. Defineix raó i proporció, igualtat absurda o indeterminada i falsa o incompatible. Tot seguit passa a intentar resoldre l'equació i explica que pot ser indeterminada o incompatible, però que si no és cap d'aquests dos casos sempre trobarem solució. Mengoli fa també una mesura numerosa i especiosa de les equacions. Explica que les equacions de segon grau es poden transformar fàcilment en una de primer grau i que algunes de tercer grau també es poden transformar en equacions de segon grau. Finalment fa una classificació de les equacions fins a tercer grau segons el grau i segons els signes. Tanmateix la classificació de Viète és més completa, hi ha coincidències en les paraules emprades: *antithesis*, que vol dir transposició de termes de l'equació; *subgraduales*, que vol dir que tenen un grau més petit que el de l'equació, etc. L'originalitat de Mengoli en aquesta primera obra és presentar explícitament l'àlgebra com un llenguatge per poder fer matemàtiques establint comparacions metafòriques amb el llenguatge que utilitzem per escriure.

Quatre anys més tard Mengoli escriu la *Geometriae Speciosae Elementa* que podem

traduir per *Elements de geometria especiosa*. Mengoli ja remarca en el títol que està utilitzant l'àlgebra especiosa en la geometria i l'anomena *Geometria Especiosa*.

Aquí, Mengoli torna a donar tots els signes i és consistent amb la seva primera obra. Si els comparem amb els definits per Viète trobem algunes diferències. Per exemple, Mengoli representa el símbol igual amb dos punts, en canvi Viète (1983: 19) el representa amb una abreviació de la paraula *aequalis*. Per multiplicar, Viète empra la paraula *in*, mentre que Mengoli, per expressar el producte, escriu una lletra al costat de l'altra. Així mateix, en aquest llibre, a diferència de Viète, Mengoli no distingeix entre vocals i consonants que poden representar indistintament dades, incògnites i variables.

Utilitza minúscules i majúscules; generalment les minúscules representen dades i les majúscules variables però Mengoli no és totalment consistent amb aquesta idea. Dóna noms a les lletres i expressions utilitzades, segons ell, per Viète, Hérigone i Beaugrand. Alguns noms coincideixen, com ara la paraula *radix*, que, tant per Viète (1983: 30) com per Mengoli, representen la primera potència [base], altres són totalment originals de Mengoli, *triprimam, unisextam*, etc. Viète reté en les potències la paraula, per exemple, *A quadratus, A cubus*... Descartes en canvi escriu els nombres a dalt tal com fem ara. Mengoli no escriu paraules com Viète però tampoc posa els nombres a dalt com Descartes, els escriu al costat, com Hérigone.

Pel que fa a la formació de les potències, Mengoli igual que Viète (1983: 1) i Descartes (1954: 5) observa que les successives potències d'incògnites constitueixen una proporció contínua:

$$1:a = a : a^2 = a^2 : a^3 =...$$

Viète i Descartes ho expliquen amb paraules, tanmateix Descartes i Mengoli parteixen de la unitat i Viète no.

Les grans novetats aportades per Mengoli al llenguatge algebraic es troben en la manipulació d'aquest llenguatge especiós. Mengoli, a més de les operacions conegudes, s'inventa una manera de fer i d'escriure els sumatoris finits. No escriu les sumes de potències, donant valors o bé escrivint els nombres amb el signe + i punts suspensius, sinó que representa els nombres amb lletres i s'inventa una construcció original i avantatjosa que li permet fer el càlcul d'aquests sumatoris. A la *Geometriae Speciosae Elementa* defineix aquests sumatoris i els anomena «espècies»[4].

> Anomenem espècie a un sumatori qualsevol, en el qual se sumen totes les abscisses de cada una de les totes, anomenades proporcionals; i anomenem taula especiosa a les espècies ordenades en una taula triangular similar a la taula proporcional (Mengoli, 1659: 59).

Per altra banda, Mengoli aplica l'àlgebra a les taules triangulars per generalitzar i aprofita les propietats dels nombres combinatoris per trobar aquestes sumes de potències. Posa el desenvolupament binomial en forma de taula triangular i així es pot estendre a qualsevol potència natural. Mengoli també aplica l'àlgebra quan fa la seva teoria de quasi proporcions. La idea que les lletres, a més d'un nombre fix o una incògnita, poden representar varia-

[4] Hi ha diferents interpretacions sobre la paraula espècies a la traducció de l'obra de Viète, (1983: 13). Relacionada amb la paraula espècies la frase logística especiosa o numerosa no l'he trobada a Mengoli. Sobre aquesta expressió vegeu també la traducció de Viète (1983: 17).

bles, és a dir nombres indeterminats però determinables, permet a Mengoli calcular el valor de quasi raons entre expressions algebraiques quan el valor de les lletres va augmentant. Així, la quasi raó que empra després per fer quadratures no depèn dels valors donats a les lletres que serveixen per qualsevol potència natural ja que les raons s'estableixen a través dels graus de les expressions algebraiques.

4. Compatibilitat de l'àlgebra i la geometria

Com aplica Mengoli l'àlgebra a la geometria? Com treballa amb les figures?

Mengoli intenta que quedi clara la seva aplicació de l'àlgebra a la geometria i s'entreté moltíssim en intentar identificar les figures que vol quadrar amb les expressions algebraiques que utilitza per representar-les. Dóna el seu sistema de coordenades i descriu individualment les ordenades de les figures a través de les abscisses. Les ordenades d'aquestes figures les obté per mitjanes proporcionals o terceres proporcionals, és a dir, el lligam entre la figura i l'equació és la teoria de proporcions d'Euclides. Quan fa les demostracions de les propietats de les corbes que descriuen la figura (creixent, punt màxim...), Mengoli utilitza directament l'expressió algebraica i les propietats de les proporcions sense preocupar-se de la representació de la figura.

Mengoli, a més, col·loca aquestes expressions algebraiques en taules triangulars per fer alhora totes les quadratures de les figures que descriuen quan els exponents són naturals. Multiplica aquestes expressions algebraiques per dos factors que troba fàcilment ja que només depenen del grau de l'expressió algebraica i únicament li queda demostrar que totes les quadratures són iguals a la del quadrat de costat u. L'àlgebra permet a Mengoli trobar alhora infinites quadratures i no li cal fer cada vegada la quadratura d'una corba per trobar una regla que el permeti generalitzar.

Mengoli no fa quasi cap dibuix d'aquestes figures i en el cas de la quadratura del cercle no fa ni un dibuix en tota l'obra, encara que queda clar que sap quin és el dibuix de cadascuna de les figures.

Mengoli no fa, com Descartes, una àlgebra de segments, és a dir, no interpreta geomètricament cadascuna de les operacions algebraiques que defineix, fins i tot quan demostra la igualtat $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ ho fa a través de les propietats de les proporcions. Mengoli té més similituds amb Viète que també utilitza la teoria de proporcions com a lligam entre l'àlgebra i la geometria, però Viète fa diagrames sense establir un sistema de coordenades, comprova les construccions però no estableix relacions entre les ordenades i les abscisses.

Mengoli, a més, classifica les figures en dos tipus, segons estiguin situades en els costats primer i últim de la taula triangular o bé al mig, i dóna les seves propietats fent les demostracions amb la teoria de proporcions. Al final, fa una altra classificació de les figures segons el lloc de la taula i especifica com serà el seu dibuix, quin angle formen, quin és el baricentre, encara que no ho demostra. En el *Circolo,* quan fa la taula de quadratures de figures interpolades, Mengoli classifica també les quadratures trobades segons el lloc i el grau en quadratures de primera classe, segona classe i tercera classe. Encara que quan hom observa l'obra del *Circolo* no sembla que tracti de quadratures de figures geomètriques ja que només s'hi troben taules triangulars i càlculs de productes infinits per trobar pi.

El fet de representar els nombres i les variables amb lletres i buscar artilugis per ope-

rar amb elles i poder «generalitzar», ho interpretem com una resposta a la necessitat mengoliana de resoldre molts problemes matemàtics alhora. Mengoli troba l'eina generalitzadora en les taules triangulars i en l'àlgebra, ja que les taules es poden estendre indefinidament, són fàcils de construir i les lletres li permeten identificar les figures dins la taula. La utilització de l'àlgebra en les quadratures de Mengoli és un tret característic i fonamental, que ell mateix ja remarca al principi de la *Geometriae Speciosae Elementa*:

> Ambdues geometries, l'antiga d'Arquimedes i la nova dels indivisibles de Bonaventura Cavalieri (preceptor meu), així com també l'àlgebra de Viète, han estat tractades amb bastant encert per persones cultes; d'elles, ni confusament ni com si fos una barreja, sinó per una perfecta conjunció, en resulta una de nova, l'espècie pròpia del nostre treball, que no podrà desagradar ningú. (Mengoli,1659: 2)

Mengoli és un bon exemple dels matemàtics del segle XVII que estan en la línia de considerar l'àlgebra un bon complement de la geometria.

Bibliografia

CIFOLETTI, G. (1990), «La méthode de Fermat: son statut et sa difussion», *Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences, nouvelle série*, 33, Paris, Société française d'histoire des sciences et des techniques.

DESCARTES, R. (1954), *The Geometry of René Descartes*, D. E. Smith i M. L. Latham ed., Nova York, Dover.

MAHONEY, M. S. (1980), «The beginnings of algebraical thought in the seventeenth century». A: *Descartes' philosophy, mathematics and physics,* Gaukroger, S., ed., Totowa / Brighton, Barnes and Noble / Harvester, 141-156.

MAHONEY, M. S. (1973), *The mathematical career of Pierre de Fermat*, Princeton, Princeton University Press.

MASSA, M. R. (1995), «Les quasi proporcions de Mengoli i el concepte de límit en el segle XVII». A: PUIG-PLA, C. et al. (coord): *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica als Països Catalans (Barcelona, SHCT),* 232-240.

MASSA, M. R. (1997), «Mengoli on «Quasi Proportions»», *Historia Mathematica, 24*, 2, 257-280.

MASSA, M. R. (1998), «La quadratura del cercle de Pietro Mengoli (1625-1686)». A: BLANES, G. et al. (coord), *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Alcoi-Barcelona, SHCT),* 571-578.

MENGOLI, P. (1655), *Via regia ad Mathematicas per Arithmeticam, Algebram Speciosam et Planimetriam ornata, Maiestati Serenissimae D. Christinae Reginae Suecorum,* Bolonya.

MENGOLI, P. (1659), *Geometriae Speciosae Elementa*, Bolonya.

MENGOLI, P. (1672), *Circolo*, Bolonya.

NATUCCI, A. (1971), «Mengoli». A: *Dictionary of Scientific Biography* (ed. C. C. Gillispie), New York, vol. 9, 303-304.

PEPE, L. (1982), «Note sulla diffusione della *Géométrie* di Descartes in Italia nel secolo XVII», *Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche*, vol. II, fasc. 2, 249-288.

VIETE, F. (1983), *The Analytic Art*, T. R. Witmer tr., Kent, Ohio, Kent State University Press.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 439-443

GÉRMENES DE INVARIANCIA ADIABÁTICA: EHRENFEST (1911)

Luis Navarro Veguillas; Enric Pérez Canals
Departament de Física Fonamental. Universitat de Barcelona

Palabras clave: *cuerpo negro, invariantes adiabáticos, reglas de cuantización, función peso, Wien, Planck, Einstein, Ehrenfest.*

Germs of adiabatic invariance: Ehrenfest (1911)

Summary: *We analyse Ehrenfest's 1911 paper on the features which were really essential for the quantum hypothesis introduced by Planck in 1900. It is shown that although not explicitly, this paper contains some aspects which anticipate part of the strong relationship existing between adiabatic invariants and quantum rules.*

Key words: *black body, adiabatic invariants, quantum rules, weight function, Wien, Planck, Einstein, Ehrenfest.*

1. Introducción

El tratamiento de la radiación del cuerpo negro hecho por Planck –en 1900– incorporaba, en mayor o menor medida, elementos de la mecánica clásica, del electromagnetismo maxwelliano, de la teoría cinética de Boltzmann y una nueva –y oscura– discontinuidad en el comportamiento de los osciladores cargados eléctricamente. Forzoso era analizar la coherencia de tan heterogéneo conglomerado, pues no se podía descartar de antemano que la hipótesis cuántica fuera simplemente un artilugio ingenioso para obtener la ley de la radiación en equilibrio, y no una condición imprescindible para lograrlo; en este caso cabía la posibilidad de buscar alternativas que permitieran deducir la ley de Planck sin recurrir a tan exótica hipótesis.

Ehrenfest publicó en 1911 un hoy famoso artículo en el que demostraba rigurosamente la necesidad de aquella hipótesis cuántica (Ehrenfest, 1911). Unos meses después –de forma completamente independiente– Poincaré llegó a la misma conclusión (Poincaré, 1912). Pero no es este importante resultado del trabajo de Ehrenfest lo que aquí más nos interesa resaltar, sino algo que guarda estrecha relación con el tratamiento empleado: la aparición en ese artículo de Ehrenfest de un primer enunciado del principio adiabático o, al menos, de los primeros gérmenes de conexión entre invariancia adiabática y teoría cuántica, idea ésta que tan relevante papel había de jugar en el posterior desarrollo de la comúnmente conocida como *the old quantum theory*.

2. Acerca del contenido del artículo de Ehrenfest, de 1911

Comienza suponiendo válida la ley del desplazamiento de Wien, que Ehrenfest escribe en la forma:

$$\rho(\nu,T)d\nu = \alpha\,\nu^3 f\left(\beta\frac{\nu}{T}\right)d\,\nu \tag{1}$$

Además, para «muy grandes longitudes de onda» es válida la ley de Rayleigh-Jeans, mientras que para «cortas longitudes de onda» se ha de evitar en todo candidato a ley de radiación lo que Ehrenfest bautizó aquí como «catástrofe de Rayleigh-Jeans en el ultravioleta».

A continuación, Ehrenfest expone los recursos teóricos –¡todos clásicos!, por supuesto– que va a utilizar en su tratamiento. Así anticipa que, en lugar de operar con los resonadores planckianos, seguirá el método introducido por Rayleigh y Jeans al considerar los modos normales de las oscilaciones electromagnéticas en la cavidad que contiene la radiación. También adopta un resultado teórico anteriormente publicado (Ehrenfest cita aquí a Lord Rayleigh, 1902) que guarda estrecha relación con el objetivo de nuestro trabajo. Si con lentitud infinita se contraen las paredes de una cavidad cúbica, la energía asociada a cada oscilación propia crece –a costa del trabajo efectuado en la compresión para vencer la presión de radiación– en proporción directa con la frecuencia:

$$\frac{E_{\nu'}}{\nu'} = \frac{E_\nu}{\nu} \tag{2}$$

Para determinar cómo se distribuye la energía entre los modos de oscilación, Ehrenfest anticipa que va a seguir el método de Boltzmann para distribuir la energía entre las moléculas de un gas ideal: maximizará la entropía del sistema y obtendrá así «la distribución más probable». En los planteamientos de Boltzmann no hay, en principio, ninguna restricción para los valores de la energía de una molécula y se parte del supuesto de equiprobabilidad en la hipersuperficie de energía constante, en el espacio de las fases, para regiones de igual volumen, o lo que es equivalente: todos los estados de una molécula, caracterizados por sus coordenadas y momentos generalizados, son igualmente probables *a priori*, si son compatibles con la energía total del sistema.

Pero la hipótesis anterior –una manifestación de la llamada hipótesis ergódica– no es un resultado que se deduzca de las leyes del movimiento; no pasa de ser una suposición plausible y sencilla, pero no por ello absolutamente necesaria, por lo que puede ser sometida a crítica en su aplicación a los modos de vibración. El estado de una oscilación propia de frecuencia ν queda caracterizado por su energía y su fase. Ehrenfest considera, como es usual, que la fase es independiente de ν y totalmente aleatoria; no así su energía, por lo que introduce la «función peso» («Gewichtsfunktion») $\gamma\,(\nu,E)$ definida por la propiedad de que $\gamma\,(\nu,E)dE$ representa la probabilidad de que, *a priori*, una oscilación de frecuencia ν tenga una energía comprendida entre E y $E + dE$. Ehrenfest consigue demostrar que, salvo un factor –irrelevante– que puede depender de la frecuencia, la función peso lo es de una única variable:

$$\gamma(\nu, E) = Q(\nu) \cdot G\left(\frac{E}{\nu}\right) \tag{3}$$

Tras introducir la nueva variable $q \cong E/\nu$, Ehrenfest dedica prácticamente el resto del artículo al análisis de las propiedades de la función $G(q)$ y a sus implicaciones físicas. Para preservar el formalismo de la posible existencia de singularidades en la función peso, asociadas a valores discretos de la energía, Ehrenfest admite un posible «recorrido puntual» («Punktbelegung») adicional; lo caracteriza por la asignación a ciertos puntos q_0, q_1, q_2, etc., de los respectivos pesos finitos G_0, G_1, G_2, etc. Añadiendo esta posibilidad al usual «recorrido continuo» («Streckenbelegung») determinado por la función $G(q)$, llega a obtener la ecuación funcional cuya solución es, precisamente, la función peso:

$$\sum_{r=0}^{\infty} G_r \cdot e^{-q_r \sigma} + \int_0^{\infty} dq \cdot G(q) \cdot e^{-q\sigma} = e^{-\int C \cdot f(\sigma) \cdot d\sigma} \tag{4}$$

donde σ es el argumento de la f de la ley del desplazamiento de Wien (1).

Ehrenfest afirma que, para ilustrar el método, va a deducir los pesos correspondientes a las fórmulas de Planck y de Wien, indicando que la solución de (4) se la debe a un comentario de cierto amigo no especificado: se verifica que $G(q) = 0$, y que los pesos particulares no nulos ocurren en los puntos $q_r = 0, 1, 2$, etc. Si se recurre a la pista proporcionada por «el amigo de Ehrenfest», ciertamente la solución de la ecuación (4), tanto en el caso de Planck como en el de Wien, es muy sencilla. En efecto, dado que en ambos casos es fácil comprobar que el segundo miembro es de la forma

$$e^{-\int C \cdot f(\sigma) d\sigma} = F\left(e^{-\sigma}\right) \tag{5}$$

la ecuación funcional (4) se puede reescribir como

$$\sum_{r=0}^{\infty} G_r \cdot \left(e^{-\sigma}\right)^r = F\left(e^{-\sigma}\right) \tag{6}$$

Así los pesos particulares G_r surgen directamente al desarrollar F en serie de potencias de $e^{-\sigma}$, en cada caso. Un sencillo cálculo permite obtener de esta forma tanto los pesos particulares de Wien, como los de Planck. Es así como queda justificada la necesidad del *quantum* de radiación por Ehrenfest en 1911.

Una aclaración complementaria. Para resolver la ecuación funcional (4) hoy no existe dificultad especial en los casos que nos ocupan: se trata simplemente de deducir la «descomposición espectral» de la función que figura en el miembro de la derecha, tras sustituir $f(\sigma)$ por sus correspondientes expresiones para el caso de Wien y de Planck, respectivamente (ROSENFELD, 1936: 229). Pero en aquellos tiempos las dificultades eran obviamente mayores.

3. Invariantes adiabáticos y reglas de cuantización

Para llegar a las conclusiones del trabajo de Ehrenfest de 1911 se requiere, una vez introducida la función peso (ν,E), la factorización (3): ello implica que dicha función lo es realmente de una única variable $G(q)$, salvo un factor irrelevante. Para demostrar (3) Ehrenfest hace uso del resultado (2) –de Lord Rayleigh– que expresa el carácter de invariante adiabático de $q \cong E/\nu$, pues esta magnitud permanece constante en toda modificación adiabática de la cavidad que contiene a la radiación.

Dado que el espectro de $G(q)$ determina la cuantización de la energía, y que dicho espectro resulta invariante en una transformación adiabática, aparece aquí un ejemplo –pensamos que realmente el primer ejemplo– de relación entre invariancia adiabática y cuantización de la energía. Por supuesto que esta relación no aparece expresamente señalada en el trabajo que estamos comentando. No obstante pensamos que el artículo contiene los gérmenes de las generalizaciones que Ehrenfest había de presentar durante el lustro siguiente. Veamos algo de ello.

El enunciado bautizado por Einstein, en 1914, como «hipótesis adiabática de Ehrenfest», reza así (EHRENFEST, 1916: 577): «Si un sistema está expuesto a influencias adiabáticas, los movimientos permitidos se transforman en movimientos permitidos». Según *the old quantum theory,* los únicos movimientos permitidos son los que obedecen a las llamadas *reglas de cuantización*, por lo que la anterior hipótesis implica que dichas reglas han de ser invariantes en una transformación adiabática. O lo que es equivalente: las reglas de cuantización han de enunciarse en términos de magnitudes físicas que representen invariantes adiabáticos. Resulta como corolario que si, en virtud de ciertas reglas de cuantización, se caracteriza el estado de un sistema por sus números cuánticos, el estado del sistema –es decir, los números cuánticos que lo representan– no varía en una transformación adiabática.

Ciertamente, estas consideraciones nuestras, tal como están expresadas en el párrafo anterior, no tenían sentido aún en 1911. De hecho sólo lo tendrían unos años después, una vez resueltos algunos de los problemas asociados con las coordenadas adecuadas para aplicar correctamente las reglas de cuantización establecidas por Debye, Planck, Wilson, Ishiwara y Sommerfeld, entre 1914 y 1916 (JAMMER, 1966: 90-96). Pero, volviendo al trabajo de Ehrenfest de 1911, podemos encontrar todas esas consideraciones –aunque casi nunca en forma explícita– referidas a un caso particular: el del invariante adiabático q y el de la regla de cuantización de Planck.

En efecto, de (2) se deduce la invariancia adiabática de q, que no sólo resulta imprescindible para obtener las conclusiones del trabajo sino que, al implicar a su vez la invariancia de los puntos , conduce también a la invariancia adiabática de la regla de cuantización de Planck que, en esta notación y con unidades adecuadas, se escribe simplemente como . Además cada uno de estos puntos representa un estado energético de un modo normal de vibración correspondiente a la frecuencia ν : aquél en el cual la energía del modo vale precisamente $E = rh\nu$. Tras una transformación adiabática, este modo cambia su frecuencia y su energía, de forma que ahora, en principio, se verificará $E' = r'h\nu'$. Pero en virtud de la invariancia adiabática expresada en (3) se ha de cumplir $r' = r$. Ello significa que en la transformación adiabática no ha variado el estado del modo si, como hemos indicado, dicho estado se representa por el número cuántico r.

En resumen, creemos haber justificado suficientemente que en este trabajo de Eh-

renfest de 1911 ya están presentes, aunque en forma latente, buena parte de las ideas que habrían de desarrollarse posteriormente acerca de la relación entre invariantes adiabáticos y reglas de cuantización. Aparecen en el estudio de las energías de los modos normales de vibración correspondientes a una frecuencia dada v: en este caso el invariante adiabático q es el protagonista de la historia que lleva a Ehrenfest hasta la cuantización de Planck y de Einstein. Estas ideas fueron refinadas, generalizadas y también aplicadas poco después por el mismo Ehrenfest (entre otros(al desarrollo de la teoría cuántica (KLEIN, 1970: 264-292).

Se hace constar que parte de las investigaciones que han dado lugar a este trabajo han sido subvencionadas por la CICYT (PB 96-0169).

Bibliografía

EHRENFEST, P. (1911), «Welche Züge der Lichtquantenhypothese spielen in der Theorie der Wärmestrahlung eine wesentliche Rolle?», *Annalen der Physik*, *36*, 91-118.

EHRENFEST, P. (1916), «On adiabatic changes of a system in connection with the quantum theory», *Proceedings Amsterdam Academy*, *19*, 576-597.

JAMMER, M. (1966), *The conceptual development of quantum mechanics*, New York, McGraw Hill.

KLEIN, M. J. (1970), *Paul Ehrenfest. The making of a theoretical physicist*, Amsterdam, North-Holland.

LORD RAYLEIGH (1902), «On the pressure of vibrations», *Philosophical Magazine*, *3*, 338-346.

POINCARÉ, H. (1912), «Sur la théorie des quanta», *Journal de Physique*, *2*, 5-34.

ROSENFELD, L. (1936), «La première phase de l'évolution de la théorie des quanta», *Osiris*, *2*, 149-196. Versión inglesa en COHEN, R.S.; STACHEL, J. J. (eds.) (1979), *Selected Papers of Léon Rosenfeld* (Boston Studies in the Philosophy of Science, volumen XXI), Dordrecht, D. Reidel, 193-233. Las citas en nuestro texto se refieren a esta última versión.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 445-450

LA CULTURA ALEMANYA EN LA SEGONA MEITAT DEL SEGLE XIX A CATALUNYA: LA REVISTA CIENTIFICOLITERÀRIA *LA ABEJA*

Josep M. Núñez i Espallargas; Jordi Servat i Susagne
Departament de Didàctica de les Ciències i la Matemàtica. Universitat de Barcelona

Paraules clau: *premsa científica, segle XIX, Romanticisme, protestantisme, cultura alemanya.*

The german culture in the second half of the XIX century in Catalonia: The scientific and literary journal *La Abeja*

Summary: *La Abeja was a scientific and literary journal that offered an almost unique insight into the influence of German culture in Catalonia in the mid-nineteenth century. It was founded by Bergnes de les Cases, an unusual character who built up a small but enthusiastic team of translators working directly from the original, rather than translating from French, as was the custom of the time. La Abeja combined seriousness and wit, and its air or fraternity and humanity was a close reflection of the philosophic and religious ideology of its founder. The journal is also a primary source of information for the complex relationships between science and romanticism.*

Key words: *scientific press, XIX Century, romanticisme, protestant, german culture.*

1. La premsa científica al segle XIX

Les revistes científiques publicades a Catalunya i a l'Estat espanyol al segle XIX han estat poc estudiades. Les raons són diverses. En primer lloc, tenim la manca de revistes pròpiament científiques. Excepte aquelles que apareixen com a òrgans d'un gremi o d'una institució cultural, les revistes adreçades a un públic més ampli inclouen entre les seves pàgines altres temes, a més dels estrictament científics. Però, tot i així, eren revistes de durada curta i el seu tiratge rarament superava el d'alguns centenars d'exemplars per número. Pel que fa als articles, la majoria es nodrien de traduccions de treballs apareguts a revistes estrangeres, fonamentalment franceses, ja que durant una bona part del segle XIX les influències foranes a la cultura científica catalana vénen dominades quasi totalment pel nostre veí del nord. En efecte, és fàcil constatar que la majoria de les obres d'autors estrangers, fins i tot les de caràcter literari, ens arriben traduïdes del francès. Finalment, cal afegir la dificultat tècnica de recopilar les col·leccions senceres de moltes d'aquestes revistes, que o bé s'han perdut o bé es conserven incompletes i amb grans llacunes a les biblioteques i hemeroteques. Malgrat aquestes

consideracions, l'anàlisi dels materials apareguts a les revistes científiques ofereix elements útils a l'investigador. Així, per exemple, podem copsar els interessos científics dels homes i dones del segle passat i intentar respondre a preguntes com ara quines eren les branques de la ciència i els temes més conreats, quines eren les influències forànies més destacades i com arribaven al nostre país, etc.

D'aquí l'interès de *La Abeja*. És una de les poques revistes publicades a Catalunya, per no dir l'única, que reuneix un doble vessant, el de tenir com a objectiu prioritari la divulgació científica i el d'agafar com a model les publicacions alemanyes del moment. Va aparèixer l'any 1862 i va durar fins al 1870. Va ser, doncs, uns revista de vida relativament llarga, si la comparem amb d'altres del mateix caire i de la mateixa època (TORRENT, 1966: I, 38). El seu director i animador principal va ser Antoni Bergnes.

2. Antoni Bergnes de les Cases (1801-1879)

Antoni Bergnes de les Cases era un personatge notable en molts aspectes (OLIVES, 1947). D'entre aquests aspectes ens fixarem únicament en tres, que es potenciaven mútuament: el seu interès i capacitat per al coneixement de les llengües, la seva façana d'editor i impulsor de la cultura i la seva visió altruista i filantròpica de la humanitat.

Bergnes va ser una persona extraordinàriament dotada per al coneixement de les llengües. Dominava el francès, que li era familiar pels seus orígens llenguadocians, i que li va permetre ocupar la càtedra d'aquesta especialitat a l'Escola d'Idiomes de la Junta de Comerç de Barcelona (1830). Però, a més de la llengües romàniques, va aprendre diverses llengües germàniques: anglès, alemany, suec i noruec, així com les clàssiques, llatí i grec. Conseqüència directa d'aquest aprenentatge va ser la publicació de diverses gramàtiques i crestomaties. La primera apareguda, la *Nueva gramática griega* (1833), va ser tan apreciada pels especialistes que li va obrir el pas a obtenir la plaça de professor de llengua grega (1836) als Estudis Generals de Barcelona i, tan bon punt es va reconstituir la Universitat de Barcelona, va guanyar la càtedra corresponent. A més de la gramàtica grega va publicar al 1840 una gramàtica anglesa, que va gaudir d'una acceptació extraordinària, com ho demostra el fet que la quarta edició, de 1882, ja mort el seu autor, va ser de 6.000 exemplars, xifra molt elevada per l'època (BOTRES, 1993: 424). Però encara té més exit la seva adaptació de la gramàtica francesa de Chantreau (1860), que va tenir nombroses reedicions. Palau (1949: 179) cita una 25a edició al 1905, 45 anys després de la primera.

L'altre vessant que va fer de Bergnes una figura important dintre de l'ambient cultural barceloní del segle passat va ser la d'un extraordinari impulsor de l'edició de llibres i revistes (MONTESINOS, 1955). Durant un cert temps (1830-1843) va dirigir una editorial pròpia de la qual van sortir a la llum 265 obres, majoritàriament traduccions dels autors de més èxit a Europa. Les seves *Biblioteca Selecta, Portátil y Económica* (1831-1833) i la *Biblioteca Selecta de las Damas* (1832-34) amb 43 i 30 volums respectivament, són considerades pels especialistes com les col·leccions de traduccions més famoses i acurades de l'època (FERRERAS, 1973: 74). Sovintejaven els títols d'autors romàntics, com ara Walter Scott, llibres que eren llegits amb avidesa per les joves generacions d'intel·lectuals de principis del segle passat (SOLDEVILA, 1938: 161).

Amb els beneficis que li procuraven les seves exitoses edicions, tant les de caràcter

literari, com les gramàtiques i crestomaties, s'arriscà a la creació de diverses revistes de difusió cultural que eren amb freqüència deficitàries. El seu primer projecte, de 1828, va ser l'anomenada *Biblioteca de Conocimientos Humanos*, col·lecció de quaderns monogràfics, traduïts de l'anglès, que va tenir poc ressò. Al 1833 edita *El Vapor* (1833-1838) en què apareix publicada la famosa «Oda a la Pàtria» d'Aribau. A partir de 1840 inicia l'edició d'una col·lecció francesa de llibres de geografia molt ben acceptada pel públic del país veí. Es tractava de l'*Univers Pittoresque* editat per Fermin Didot que a casa nostra es va titular *Panorama Universal*. Entre 1840 i 1851 hi van aparèixer 55 volums, cada un des quals descrivia un país diferent, en quals el text anava acompanyat de nombrosos i acurats gravats a l'acer representant monuments i paisatges. Molt poc temps abans d'iniciar aquesta col·lecció fundà la revista *El Museo de las Familias* (1838-1841), un setmanari de cultura general que, anys després, va ser imitat sota el nom d'*El Album de las Familias* (1859-1861) per l'editor del *Diario de Barcelona*. Ambdues revistes seguien molt de prop el model francès donat pel *Musée des Familles*, aparegut el 1833, on alternaven els temes literaris, històrics, antropològics i geogràfics amb els científics i van gaudir d'un cert èxit editorial. Potser cal veure aquesta acceptació com una conseqüència de la creixent industrialització del país que arrossegava també un incipient desenvolupament cultural d'una burgesia, curiosa, no tant amb els temes teòrics de la ciència, sinó en els seus aspectes pràctics. Però el fet és que l'èxit relatiu va estimular a Bergnes a donar un pas més amb el seu programa de culturització, i va oferir una revista on les notícies científiques ocupaven un espai destacat. Aquesta revista seria *La Abeja*.

No sabem del cert quins motius van impulsar Bergnes a adoptar models alemanys en lloc dels francesos, que eren els habituals a Catalunya i a tot l'Estat i que, d'altra banda, ell mateix ja havia seguit en publicacions anteriors. Indubtablement va ser decisiu el bon coneixement que tenia de la llengua alemanya, llengua poc coneguda en els ambients cultes de l'època a casa nostra, fet del qual Bergnes es lamenta a la presentació del primer número de la revista: «*Fuerza es decirlo: escasas son las excursiones que hasta ahora han hecho nuestros hombres instruídos al suelo intelectual de Alemania. La lengua que allí se habla, la más rica y enérgica sin duda, a la par que la más ardua, de la gran familia europea, ha sido hasta ahora otra cabeza de Medusa para los que creen mal empleado el tiempo, no escaso, que requiere su estudio*». Reconeix el paper separador que, en aquest sentit, exerceix la cultura francesa i intenta que la nova revista sigui una veritable aproximació cultural: «*Hasta ahora ha estado la España separada de la Alemania, no solo por su posición, sino también, y de un modo muy señalado, por el espíritu francés que se va extendiendo más y más entre los dos países.* [...] *Quizás le quepa a* La Abeja *la dicha de iniciar la unión tan deseada entre los dos países*».

Si bé és cert que les revistes de divulgació científica als països germànics gaudien de força popularitat, creiem que en l'elecció d'aquests models també podien haver influït decisivament aspectes ideològics i religiosos. No han estat gaire estudiats, però sabem que Bergnes tenia contactes amb nuclis protestants afins a l'ideal deista i filantròpic que el caracteritzà tota la seva vida (VENTURA, 1976: 191). Recordem que, entre les seves múltiples empreses editorials, hi figura la versió catalana del *Nou Testament* de la Societat Bíblica de Londres (1832) feta pel seu amic Josep Melcior Prat i Colom, així com la traducció castellana dels dos testaments apareguda el 1837. La influència del protestantisme era present i notòria a les publicacions de divulgació científica en els països en què aquesta creença era majoritària, com era el cas dels països de parla alemanya. Es fa patent aquesta empremta a través d'un didactisme envoltat d'una mena d'aura moral que promou els ideals humanitaris en totes les empreses i ac-

tivitats humanes. Observem, en aquest sentit, que en el projecte de Bergnes el caire religiós no hi falta («*Esta publicación constará sobre todo de pasajes de los escritores alemanes que, llevados de su amor a la humanidad han echado sobre sus hombros la tarea de servir de intérpretes y mediadores entre la ciencia y los que apenas la han saludado* [...] *imágenes y descripciones del universo; y estos cuadros presentarán a la vista* [...] *el Divino Autor de todo lo creado*»), així com tampoc el propòsit didàctic («*Creemos que* La Abeja *podrá ser de utilidad, no sólo a los Sres. Profesores, que hallarán en ella materiales interesantes para dar a sus lecciones mayor novedad y atractivo, sino también para los mismos estudiantes, y hasta para el vulgo, por cuanto unos y otros encontrarán en estas páginas el pasto más selecto, así para el espíritu como para el corazón*»). El model divulgador que es proposen seguir és el de Humboldt, tant pel seu esperit rigorós d'investigador, com pel d'escriptor i pensador amè. Finalment, observem que l'elecció del títol de la revista no es deu a l'atzar, l'abella representa la laboriositat i la tria del més preciós entre els coneixements científics i humans. Del que no hi ha cap dubte és del fet que l'empresa endegada per Bergnes i el seu equip de redacció representa, a mitjan segle XIX, un dels principals vehicles d'introducció de la cultura alemanya, i no solament a Catalunya, sinó a tot l'Estat. Zavala (1972: 70) diu ben explícitament: «*Si desde principios de siglo Nicolas Böhl de Faber había importado las corrientes alemanas, difundiendo a Schlegel y a Kotzebue, ahora Cataluña se convierte en la zona difusora de la cultura y el pensamiento germánico. La revista que más ayudó en este sentido fue* La Abeja».

3. *La Abeja*

Comentem ara, a grans trets, l'estructura de la revista, els seus continguts i la personalitat dels autors i traductors dels seus articles. *La Abeja* era una revista de caràcter mensual, de mida de foli, d'habitualment 40 pàgines i amb una impressió de molt bona qualitat, no solament pel paper i per la tipografia, sinó també pels gravats a l'acer que sovint hi acompanyen als articles. No hi tenia seccions fixes, encara que es mantenia una certa estructura flexible. Primer dos o tres articles de temàtica científica, seguidament alguna biografia d'un destacat home de ciència o algun treball de caire humanista (geografia, filosofia, història, filologia, etc.), per concloure amb fragments literaris i poesies. Habitualment, la revista completava la maqueta de l'última pàgina amb un apartat anomenat *excerpta*, que era una recopilació de proverbis i pensaments filosòfics i morals. La temàtica dels articles científics era prou variada, n'hi havia de tots els camps, des de l'astronomia, les matemàtiques, la física, la química, la fisiologia i les ciències naturals, si bé hi predominaven els pertanyents a aquesta última especialitat. El contingut seguia de prop les indicacions programàtiques: temes de caràcter general, amb un tractament amè i rigorós dintre del caràcter de divulgació global de la revista. Els temes eviten el sensacionalisme tan freqüent en altres revistes, quan tracten animals curiosos, costums estranyes d'altres pobles o descobriments espectaculars de la ciència. Atreu també l'atenció del lector la manca d'articles tècnics o de ciència aplicada, que sovintejaven en altres revistes contemporànies en forma de receptes o trucs pràctics útils per a la llar o per a la indústria.

De l'orientació bàsicament científica de la revista, així com de les fonts germàniques en què principalment es basava, no en tenim cap dubte, perquè a la portada ja es diu clarament: *Revista científica y literaria ilustrada, principalmente extractada de los buenos es-*

critores alemanes por una sociedad literaria. El terme «societat literària» era un eufemisme per designar l'equip de redactors de la revista. En el primer número de la revista, a més d'Antoni Bergnes de les Cases, hi figuren: Miquel Guitart i Buch, doctor en Medicina; Antonio Sánchez Comendador, catedràtic de Mineralogia i Zoologia a la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona; Antonio Rave, catedràtic de Física a la mateixa facultat i Joan Font i Guitart.

Durant els sis primers números, a cada article consta, a més de l'autor, també el traductor. Miquel Guitart traduïa els temes de fisiologia i de biologia; Antonio Sánchez, els que feien referència a les ciències naturals i Antonio Rave s'ocupava de les ciències fisicoquímiques. Pel que fa a Antoni Bergnes i a Joan Font, que eren els més productius, no hi tenien temàtica fixa, encara que Font es dedicava més que Bergnes a la secció literària. A partir del setè numero ja no hi figura el nom del traductor.

La llista d'autors dels treballs científics apareguts a *La Abeja* és llarga, però entre tots ells destaquen els noms d'Otto Ule, Karl Müller i Roszmaezsler, ben coneguts per les seves col·laboracions a *Natura, Zeitung zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntniss für Leser aller Stände* (1852-1874), encara que hi havia materials també d'altres publicacions, com ara la revista *Der practische Schulmann* (1853-1887), que posava a l'abast de professors i alumnes de les escoles i col·legis alemanys els avenços científics més rellevants o la col·lecció de petits volums monogràfics, *Aus der Reiche der Naturwissenschaft* (1854-1858) que dirigia Bernstein.

A més dels articles científics, *La Abeja* va incloure també entre les seves pàgines treballs de caràcter antropològic deguts a Franz Friedrich, autor d'una sèrie de narracions, *Aus dem Volksleben: Erzählungen* (1859), molt populars a l'època, així com altres de filosòfics, entre els quals destaquem els de Ludwig Feuerbach, autor de la coneguda obra *Das Wesen des Christentums* (1845), en la qual desenvolupa una teoria segons la qual l'esperit és una manifestació de la natura, que és la veritable realitat primària; d'aquesta teoria emana una concepció sensualista del coneixement que sembla que va atreure a Bergnes.

L'apartat dedicat a literatura i moral va anar guanyant importància al llarg del temps. Hi predominaven les traduccions, tant de prosa com de poesia, de romàntics alemanys. Autors com Richter, Goethe, Schiller, Herder, Hebbel, Uhland, Heine, Klopstock, Lessing, Schleiermacher, Novalis i altres eren traduïts, en molts casos per primera vegada, i sempre amb versions directes de la llengua original. Així mateix, van tenir cabuda els contes de Hoffmann, Grimm i Andersen. També hi trobem, encara que sense tanta freqüència, autors no alemanys, com ara Metastasio, Byron, Walter Scott, Washington Irving, Ossian o Sue. Als últims anys es va endegar una sèrie d'ambiciosos projectes: una de les primeres versions del *Faust* de Goethe, el text original i traducció de la *Divina Comèdia* de Dante i la primera traducció castellana del *Ramayana* de Valmiki, que lamentablement no es va poder concloure. Aquesta presència literària fa que *La Abeja* sigui també una important font documental pel coneixement al nostre país de les complexes relacions entre ciència i romanticisme.

No seria just oblidar, d'entre els articles apareguts a *La Abeja*, les col·laboracions d'autors locals. N'hi havia des del primer moment, però la seva presència es va fer més important en els darrers temps de la revista. A més de les biografies i altres treballs deguts a les plomes de Bergnes i de Font, hi tenim la participació de diversos autors d'articles pertanyents als camps més diferents de la ciència i de la cultura. A manera d'il·lustració anomenem alguns dels autors més importants i la seva temàtica: Miguel Sánchez Ugarte (Geografia), Be-

nito Casals (Fisiologia), F. A. Macias (Filologia), Mateos y Garreta (Física), M. García de Villanueva (Arqueologia), E. de Arteaga (Estètica), Miguel de Mayora (Astronomia), Pedro Felipe Monlau (Medicina), P. J. Muñoz y Rubio (Piscicultura), J. M. de Moner (Dret) i Miquel Pous (Geologia).

4. Bibliografia

BOTRES, J. F. (1993), *Libros, prensa y lectura en la España del siglo XIX.* Madrid, Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
FERRERAS, J. I.(1973), *Los orígenes de la novela decimonónica.* Madrid, Taurus.
JURETSCHKE, H. (1954), «Del romanticismo liberal en Cataluña», *Revista de Literatura, VI*, 9-30.
LLORENS, V. (1954), *Liberales y románticos.* México, Fondo de Cultura Económica.
MONTESINOS, J. F. (1955), *Introducción a una historia de la novela en España en el siglo XIX y bibliografía de traducciones de novelas (1800-50).* Madrid, Castalia.
OLIVES, S. (1947), *Bergnés de las Casas, helenista y editor.* Barcelona, Nebrija.
PALAU, A. (1949), *Manual del Librero Hispanoamericano.* Barcelona, Librería Palau.
SOLDEVILA, F. (1938), *Barcelona sense universitat i la restauració de la Universitat de Barcelona (1714-1837).* Barcelona, Universitat de Barcelona.
TORRENT, J.; TASIS, R. (1966), *Història de la premsa catalana.* Barcelona, Bruguera.
ZABALA, I. (1978), *Románticos y socialistas. Prensa del XIX.* Madrid, Siglo XXI.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 451-456

LA DIFUSIÓ DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA A MITJAN SEGLE XIX: EL *BOLETÍN ENCICLOPÉDICO DE LAS NOBLES ARTES* I L'*ENCICLOGRAFÍA DE INDUSTRIA, ARTES Y OFICIOS*

J. M. Núñez i Espallargas; J. Servat i Susagne
Departament de Didàctica de les Ciències i la Matemàtica. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *premsa científica, segle XIX, arquitectura, tecnologia.*

The diffusion of scientific and technical knowledge in the midnineteenth century: *Boletín enciclopédico de las nobles artes* and *La enciclografía de industria, artes y oficios*

Summary: *The paper analyzes the structure and the major features of two nineteenth century technical journals published in Barcelona which are particulary hard to find in libraries. Though one of the journals focused on the constructive arts and the other on industrial arts in general, the paper stresses the connection between the two and the involvement of Dr Francesc Domenech in the relationship between the two publications. Despite their short lifetime and their rather specialist nature, both journals provide information for the historian of technical developments in Catalonia.*

Key words: *scientific press, XIX Century, architecture, technology.*

1. Introducció

Ens proposem presentar en aquest treball dues revistes de caràcter cientificotècnic, el *Boletín Enciclopédico de Nobles Artes* i l'*Enciclografía de Industria, Artes y Oficios*, molt poc conegudes i difícils de localitzar, però que ofereixen, malgrat la seva curta vida, un indubtable interès per a tot aquell que vulgui conèixer la difusió de la ciència i de la tècnica a la Barcelona de mitjans del segle XIX. El fet que les presentem plegades no és casual, ja que, com tindrem ocasió de mostrar, la segona revista pot considerar-se una continuació de la primera. Investigarem les relacions existents entre ambdues revistes, els motius que menaren a llur aparició i les diferents etapes que se succeïren al llarg de llur breu existència. Analitzarem, tanmateix, les seves estructures, com es dividiren les seccions i els continguts.

Ambdues revistes se situen a la segona meitat dels anys quaranta del segle XIX, un moment de llibertat editorial caracteritzada per «*un periodismo representativo del liberalismo progresista*» (ZABALA, 1972: 54). Apareixen multitud de periòdics i revistes, sobretot de caràcter polític i literari, tot i que també en sorgeixen alguns amb la finalitat de difondre els

avenços científics i promoure la industrialització i el progrés. Dissortadament, el nivell cultural i econòmic del públic lector fa que aquesta orientació tingui pocs lectors a Catalunya. Com a exemple simptomàtic assenyalem el cas del setmanari barceloní *Periódico Universal de Ciencias, Literatura y Artes*, que va haver d'acomiadar-se del públic després de publicar vint-i-un números, ja que només comptava amb «*veinte suscriptores*» (TORRENT, 1966: 38). Però, també s'ha de dir, i en el cas de les revistes que comentarem es palès, que part del fracàs d'algunes publicacions va lligat a una vinculació massa estreta amb interessos corporativistes o particulars que les allunyeren d'un ampli sector de la població.

2. *Boletín Enciclopédico de Nobles Artes*

El *Boletín Enciclopédico de Nobles Artes* (BENA) era una revista quinzenal que es publicava, segons anunciava a la portada, l'1 i el 16 de cada mes, en un plec de 12 pàgines a dues columnes. No s'esmenta l'editor, si bé un subtítol diu que el butlletí ha estat «*redactado por una reunión de arquitectos*». Consta el lloc d'edició, Barcelona, i el d'impressió, un taller situat al carrer de l'Hospital de la mateixa ciutat. La revista es publicà durant un any: el primer número aparegué l'1 d'abril de 1846 i l'últim, en volum doble (reuneix els números 23 i 24), està datat el 15 de març de 1847. Només hem localitzat una col·lecció completa a l'Hemeroteca Municipal de Barcelona.

El BENA neix com a vindicació corporativista dels professors d'arquitectura, en quedar afectats els antics plans d'ensenyament relatius a les nobles arts, i també dels arquitectes, que veuen malmesos llurs interessos professionals[1] en ser exclosos de tot tipus d'obres públiques no qualificades com a urbanes, a rel d'una reforma empesa pel govern que deixa exclusivament en mans dels enginyers de camins, canals i ports tota la resta d'obres públiques. Tot i que la defensa dels interessos dels professionals de la construcció va ser la causa motriu de la publicació del BENA, aquest també pretenia oferir a aquests professionals tot un conjunt d'informacions útils pels seus quefers, com vol expressar significativament l'adjectiu «*enciclopédico*» del seu títol. Disposava d'onze seccions d'importància i extensió desigual segons cada número. A la *Sección Legislativa*, que encapçala pràcticament sempre la publicació, es van exposant, acompanyades de comentaris, totes les Reials Ordres no derogades per la nova llei sobre nobles arts. A la *Sección Artística* es donen a conèixer els avenços teòrics i pràctics que es duen a terme tant a Espanya com a l'estranger. La *Sección Científica* té cura de recollir les aplicacions que les ciències exactes i naturals ofereixen als professionals de les nobles arts. Una de les seccions importants és l'anomenada *Sección de Caminos y Canales*, on es lloen els projectes i treballs dels enginyers civils que són «*dignos de elogio*» i es desaproven «*templada y científicamente los que nos parecen merecedores de censura*». El propòsit de la *Sección Filantrópica* és promoure a Espanya una associació d'ajut mutu pels professionals de les nobles arts. La *Sección Biográfica*, com indica el seu nom, fa extrets biogràfics d'artistes espanyols antics i moderns, presos de l'obra de Ceán Bermúdez (1800). A la *Sección Bibliográfica* es presenten i es comenten els nous textos que apa-

[1] Vegeu les obligacions, privilegis i drets dels centres d'ensenyament de les nobles arts abans de la reforma a la *Novísima Recopilación de las Leyes de España*, realitzada el 1804 durant el regnat de Carles IV, Llibre VIII, Títol 22, a MARTÍNEZ ALCUBILLA (1885: 1.600 i ss.).

reixen al mercat sobre l'ensenyament de les nobles arts, així com els manuals d'aquelles ciències que serveixen d'auxiliars al seu estudi. A la *Sección Tecnológica* s'intenta donar una definició rigorosa del termes tècnics. Una altra de les seccions importants del BENA és la *Sección Urbana*, amb diversos objectius declarats: en primer lloc, «*patentizar los defectos e inconvenientes de que adolece el Bando de Buen Gobierno de Barcelona en la parte concerniente a obras y establecimientos de vapor*»; en segon lloc, demostrar la necessitat de traslladar als afores de la Ciutat Comtal algunes de les fàbriques «*que tan visiblemente pueden afectar a la salud pública y a la seguridad de sus pobladores*»; i en tercer lloc, exposar públicament les millores de què és susceptible Barcelona i tota la seva província «*en lo tocante a vías de comunicación, encauzamiento y rectificación de ríos y aprovechamiento de aguas dedicadas a regadío...*». Hi ha també unes darreres seccions: *Sección Moral*, on es lloa la bona conducta observada als professionals de les nobles arts, i una *Sección de Variedades*, que recull notícies diverses.

Si bé pràcticament tots els articles originals tenen, en major o menor grau, interès per a l'investigador, són especialment útils els relacionats amb la formació de l'arquitecte, el mestre d'obres i, en general, de totes les professions relacionades amb la construcció. També cal destacar, molt especialment, la interessantíssima informació tècnica que ofereix la *Sección urbana* sobre diferents qüestions relatives a obres realitzades o proposades a Barcelona i a la seva àrea d'influència.

Com ja hem dit, no consta enlloc el nom del director ni dels redactors de la revista, però si tenim en compte la freqüència amb què es repeteixen els noms d'alguns autors dels articles, que són també comentaristes de notícies i traductors de la informació provinent de l'estranger, podem pensar que la confecció del BENA recau fonamentalment en Josep Oriol i Bernadet, Miquel Garriga i Roca i Antoni Rovira i Trias, coneguts arquitectes barcelonins de l'època. També publicaren articles arquitectes i artistes plàstics com ara Josep Roca i Bros, Fèlix Rivas i Solà, Tomàs Blasco i Soler, entre d'altres. Al final de la vida del butlletí (especialment als seus dos darrers números), quan aquest ja havia caigut en una total decadència, tant per la qualitat dels articles propis, com pel creixent predomini d'articles extrets d'altres fonts, col·labora d'una forma especialment intensa el Dr. Francesc Domènech i Maranges. Aquesta decadència s'explica perquè els motius que impulsaren el naixement del butlletí es van anar esmorteint al llarg del temps i, d'altra banda, cal tenir en compte que el col·lectiu d'arquitectes barcelonins era massa petit com per mantenir amb llurs subscripcions una revista professional. Francesc Domènech, en incorporar-se a la redacció, en canvia l'orientació donant entrada a qüestions de caràcter cientificotècnic més variades. Aquesta nova línia, així com altres raons no tan evidents, impulsarien Domènech a assumir personalment l'edició i a canviar, fins i tot, el títol de la revista, de forma que la nova capçalera reflectís millor la nova orientació, molt més oberta a altres col·lectius del camp de la ciència i la indústria. No hem d'oblidar que Domènech no era arquitecte, sinó farmacèutic, tot i que els seus interessos, si els hem de judicar per les seves publicacions i les memòries presentades a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts, van més enllà d'allò estrictament professional.

3. *Enciclografía de Industria, Artes y Oficios*

L'*Enciclografía de Industria, Artes y Oficios* (EIAO), qualificada com a «*periódico científico-práctico*», era una revista mensual, segons consta a la portada, «*en la primera de-*

cena de cada mes, en cuadernos de 36 o 48 páginas, conforme haya o no láminas». Als primers números no consta l'editor, només apareix una vaga referència als redactors («*redactada por una sociedad de artistas, prácticos e industriales*») i una invitació a acceptar participacions («*colaboradores lo son todos los artistas e industriales que gusten dirigir sus escritos*»). Més tard figura com a director el doctor Francesc Domènech i Maranges, si bé el més segur és que ho fos d'antuvi, ja que consta com a lloc d'administració de la publicació una adreça que coincideix amb la de la farmàcia de la seva propietat. Tot i que als dos primers números es defineix aquesta publicació com una continuació del BENA, més tard aquesta referència desapareix totalment. Malgrat això, es mantindrà la numeració de l'anterior revista, com si es tractés d'una veritable continuació. D'aquesta manera, es dataran els primers números de l'EIOA com a pertanyents a l'any segon, sobreentenent-se que l'any primer és el corresponent al BENA. El primer número aparegué el juny de 1847 i creiem que, després d'algunes vicissituds, el darrer sortí de la impremta a finals de 1851. No es conserva cap col·lecció completa a les biblioteques, hemeroteques i arxius consultats, encara que se'n pot reconstruir gairebé una amb els fons coneguts (Biblioteca de Catalunya, Hemeroteca Municipal de Barcelona i biblioteca particular d'un dels autors d'aquest treball). Cal senyalar que dificulta molt la reconstrucció el fet que algunes seccions de la revista tinguin numeració pròpia. A més, hem observat alguns errors en la paginació, el més important dels quals és el salt de la pàgina 336 a la 353, que també Palau detecta, si bé aquest autor coneix només l'existència del primer any de l'EIAO (1951: V, 51).

Els primers dotze números aparegueren amb la periodicitat anunciada. Al final del dotzè una extensa nota de la redacció ajuda a comprendre la situació de la revista després d'un any de publicació. En aquesta nota el director es lamenta de l'escàs nombre de subscriptors: «*las numerosas listas de suscriptores que nos entregó el redactor del Boletín encargado de su administración han quedado reducidas a un número insignificante*». Tot seguit procedeix a analitzar les causes d'aquesta davallada. Segons el seu parer són dues i imputables a l'equip de publicació del BENA: el desconeixement de les baixes realitzades a l'antiga administració i el fet que no s'havien pogut publicar articles del camp de la construcció («*cuando convenimos que la Enciclografía fuese continuación del Boletín quedaron encargados el último administrador de éste y otro redactor del mismo de la confección de los artículos pertenecientes a la arquitectura, y como esta promesa no ha sido cumplida es por lo que nos hemos visto privados de artículos de este género*»). Malgrat les pèrdues que el director diu haver sofert, decideix continuar la publicació de la revista, encara que condicionada «*a que tengamos reunido el suficiente número de suscriptores para cubrir los gastos de impresión*». El fet que a les biblioteques abans esmentades es conservin els números següents enquadernats sense les cobertes originals fa difícil determinar amb exactitud les seves dates d'aparició, però sembla segur que la seva freqüència fou irregular, ja que els dinou números següents aparegueren al llarg de tres anys, des de mitjans de 1848 fins a finals de 1851.

La revista tal com anuncia a la seva portada («*una recopilación de los adelantos de la industria y de las artes tanto en España como en el extranjero*») es planteja com a objectiu seleccionar, recopilar i divulgar tot allò que es pugui trobar en revistes científiques i industrials, generalment estrangeres, que tingui una aplicació al nostre país. Així, doncs, la publicació ja no s'adreça, com feia el BENA, únicament a les persones vinculades amb les nobles arts, sinó a un públic molt més ampli: «*útil a toda clase de manufactureros, fabricantes, mayordomos, a los arquitectos, ingenieros militares, civiles, de minas, navales, etc., a los mecá-*

nicos, artistas, obreros y a toda clase de personas que se dedican a las artes industriales».

Al primer número, l'EIAO apareix estructurada en tres secciones. La primera es titula *Artes metalúrgicas, químicas, económicas y otras* i vol encabir temes com ara: «*extracción y tratamiento de los metales; aleaciones; vidrios; esmaltes y porcelanas; materias tintoriales; estampados; pintura; barnices; productos químicos; alcalimetría, clorometría; curtido y teñido de pieles; materias grasas; velas esteáricas y jabones; iluminación por medio del gas, de esencias, por vía galvánica; fabricación de papel; preparación y aplicaciones del cautchouch; fotografía o arte del daguerrotipo; galvanografía; tipografía; grabado; etc.*» Aquesta secció va ser, sense cap mena de dubte, la més important, si parlem en termes quantitatius: des de bon principi ja ocupa més de la meitat de cada quadern i, cap al final, pràcticament monopolitza la publicació. Al número 12 s'amplia la secció amb la incorporació de les *artes agrícolas*, tema que, a partir d'aquest moment, va tenir un gran protagonisme. En general, els articles inclosos en aquesta secció son curts i anònims. Cas que s'indiqui l'autor, normalment és d'un estranger. Aquesta pràctica fa pensar que es tracta de notícies provinents d'altres fonts, però no de revistes espanyoles, ja que en aquest cas, sempre s'indica la procedència. Tampoc no hi ha cap referència del traductor, però donada l'afecció que el mateix Domènech tenia per adaptar i traduir, es pot pensar que ell mateix fos responsable d'aquestes traduccions.

La segona secció de l'EIAO s'anomena *Artes mecánicas y construcciones* i vol abastar el següents temes: «*motores; turbinas; ruedas hidráulicas; máquinas de vapor fijas y locomotoras; caminos de hierro; navegación al vapor; maquinaria para preparar, cardar, hilar e imprimir tejidos; relojería; telegrafía eléctrica; pozos artesianos; diversos modos de calentar; arquitectura civil, militar y naval; laboreo de minas, etc.*» Tot i que inicialment els articles referents a les arts constructives sovintegen en aquesta secció, tendeixen, a partir del número 12, a desaparèixer. Les característiques generals dels articles d'aquesta segona secció coincideixen amb les de la primera.

La tercera secció de la revista, anomenada *Variedades*, aplega informacions generals: «*reales órdenes; artículos que favorezcan la creación de asociaciones de socorros mútuos; biografías; anuncios de obras o de mejoras de Barcelona y provincia; artículos en defensa de los intereses de la clase artística o industrial, etc.*».

A partir del quart número s'afegeixen a l'EIAO dues noves seccions. Una sota el títol de *Boletín Oficial de la Junta de Fábricas de Barcelona*, que serveix de mitjà d'expressió d'aquesta associació industrial. L'altra nova secció es la de *Memorias de la Real Acadèmia de Ciencias y Artes de Barcelona* en la qual s'ofereix al lector, amb paginació independent, el text íntegre o amplis extractes de les memòries «*más escogidas*» d'aquesta institució. Aquestes dues noves seccions,[2] com la de *Variedades*, aparegueren només fins al número 12 de la revista.

Al primer número de l'EIAO s'anuncia una secció que inclourà, en plecs separats i amb una paginació independent de la resta de seccions, «*una serie de obras de aplicación in-*

[2] No apareixen més referències a aquesta secció en els números posteriors al 12 i, a més, les memòries aparegudes fins aquest número són les que s'esmenten com a publicades per l'«Indice general de los trabajos publicados por la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (1786-1941)», a Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Tercera época (1945), vol. XXV, núm. 22, pàgs. 1-126.

dustrial, empezando por una de electroquímica a la que seguirá otra que será la primera y más extensa publicada en España de química industrial, arreglada por el director de la Enciclografía y que servirá de texto en su clase de la Asociación Defensora del Trabajo Nacional y de la Clase Obrera». La primera obra a què s'al·ludeix va ser la traducció que Francesc Domènech havia fet del *Nuevo tratado de manipulaciones electroquímicas aplicadas a las artes e industria*, d'A. Brandeley, que es va publicar de forma íntegra (105 pàgines) durant el primer any de la revista. Acabada l'edició d'aquest text, i a partir del número 12, s'incorpora a cada tramesa un fascicle del *Tratado elemental de química industrial*, escrit pel mateix Francesc Domènech. No sabem si la pervivència de la revista i la publicació d'aquest text anaven lligades, però el cert és que, a l'últim número que hem pogut localitzar de l'EAIO, aquest tractat es completa.

Bibliografia

CEÁN BERMÚDEZ, J. A. (1800), *Diccionario histórico de los más ilustres profesores de las Bellas Artes de España*, 6 volums, Madrid, Ed. Viuda de Ibarra,.
MARTÍNEZ ALCUBILLA, M. (1885), *Códigos antiguos de España,* Madrid, 2.
PALAU, A. (1951), *Manual del Librero Hispanoamericano,* V, Madrid, Lib. Palau.
TORRENT, J.; TASIS, R. (1966), *Història de la premsa catalana*, Barcelona, Bruguera.
ZAVALA, I. (1972), *Románticos y socialistas.Prensa del s. XIX,* Madrid, Siglo XXI.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 457-461

125 ANIVERSARI DE LA FARMÀCIA FERRÉ D'AMPOSTA. ELS SEUS PRIMERS LLIBRES COPIADORS DE RECEPTES (1874-1880)

Anton Pujol Bertran
Grup d'Història de la Medicina. Facultat de Medicina. Universitat de Barcelona

Paraules clau: *farmàcia, Ferré, Amposta, segle XIX, receptaris.*

The 125th anniversary of the Ferré pharmacy of Amposta. Its first prescription registers (1874–1880)

Summary: *A study has been made of this pharmacy's history. It was founded in 1874 by J. Escrivá and bought by Francesc Ferré Cid in 1891. Nowadays, it is open the public and still run by the Ferré family.*
An analisis has also been made of the first three volumes of the collection of prescription registers. This gives us information about the sanitary conditions in Amposta: the name of the doctors, the number of them (about 100), the type of medicines, illnesses, such as cholera and malaria, and strictly historical facts such as the seizure of Amposta by the Carlist troops. It also tells us about the sick or wounded soldiers attended in the Hospital de sangre *(The army hospital).*

Key words: *pharmacy, Ferré, Amposta, XIXTH century, prescription registers.*

Fundació de la farmàcia. Els Ferré

El 1874, l'ampostí Jaume Escrivà Pujol va obrir una farmàcia al carrer sant Joan d'Amposta on va tenir per mosso d'apotecaria Francesc Ferré Cid, a qui finalment li vengué la farmàcia. Francesc, fill d'una família pagesa d'Amposta, va nàixer el 2 d'agost de 1858. Es traslladà a estudiar a Barcelona, on obtingué la llicenciatura en Farmàcia el juny de 1884. El 25 de setembre de 1891 va comprar la farmàcia d'Amposta per un valor de 9.000 PTA. Quatre anys més tard comprà per 4.000 PTA una casa al carrer Major per traslladar l'oficina de farmàcia i, des de llavors, és oberta al públic al mateix lloc.

En Francesc es casà amb Lluïsa Soler i van tenir cinc fills, el tercer dels quals, Lluís, va seguir les passes de son pare i obtingué el grau de llicenciat el juliol de 1917, als 23 anys acabats de fer.

Francesc Ferré morí l'any 1923 i Lluís es va fer càrrec de la farmàcia com a regent ja que, per disposició testamentària, l'establiment passà a ser propietat de sa mare. El 1952 es

formalitza la venda de la farmàcia «*con todos los muebles, estanterias, instrumentos, potamen, medicamentos, drogas, específicos, enseres y objetos en general*» per un valor de 125.000 PTA.

Del seu matrimoni amb Carmen Porres Carceller van nàixer dos fills: Xavier, que morí essent xiquet, i Lluís, que també va estudiar farmàcia i passà a ser el propietari del local en morir son pare l'any 1972. També ha estat, per oposició, farmacèutic titular de Sanitat a Amposta.

Lluís Ferré Porres s'especialitzà en anàlisis clíniques i obrí un laboratori d'anàlisis biològiques. A la dècada dels seixanta es va dedicar a la investigació i aconseguí formular un reactiu a base de o-toluidina per determinar la glucosa en sang. Per comercialitzar-lo creà l'empresa AXON REACTIVOS i, arran d'aquest èxit inicial, s'associà amb Gerard Vergés, un copropietari dels laboratoris GEVE de Tortosa. La nova empresa, anomenada QCA (Química Clínica Aplicada), obrí les portes l'any 1969 a Amposta. Especialitzada en reactius químics per a anàlisis biològiques, actualment exporta a cinquanta-sis països d'Europa, Amèrica i Orient.[1]

Lluís Ferré es va casar l'any 1964 amb Maria Teresa Pujol Bertran i han tingut sis fill, dos dels quals asseguren la continuïtat de la farmàcia: Lluís és llicenciat en Farmàcia i Xavier en continua els estudis.

Els llibres copiadors de receptes

Els farmacèutics duien –i encara el duen, en part– un control de totes les medecines i fórmules venudes als pacients, apuntant les receptes mèdiques en els llibres copiadors de receptes.

He volgut aprofundir en l'estudi dels tres primers toms dels llibres copiadors, que abasten el període 1874-1880. Són tres llibres de format foli (31,5 x 21,5 cm) de 280 fulls. Tant a la portada com al llom (d'un gruix de 4 cm) hi ha escrit en bona cal·ligrafia el títol *Copiador de Recetas.* Les receptes estan copiades en castellà.

Els fulls estan dividits en sis columnes, on consta el número de recepta, el nom del facultatiu (metge o manescal), registrament de la prescripció en una columna més ampla i més ressaltada, el preu en rals i cèntims i, per acabar, les observacions. En aquesta darrera columna, de vegades, es fa constar la malaltia o l'efecte o tipus de medicament (raquitisme, ronya, sordesa, antiespasmòdic, etc.).

A través de les prescripcions podem conèixer l'estat socieconòmic de la població perquè especifica els medicaments subministrats debades a persones pobres. Les inscripcions d'aquesta mena no són freqüents, ja que al primer llibre (febrer de 1874–maig de 1876) només n'hem trobat dotze.

La Tercera Guerra Carlina (1872-1876) tingué una gran virulència a les comarques del Maestrat i del sud de Catalunya i Amposta caigué en mans de l'exercit carlí l'any 1874. El tom 1 ens permet veure el desenvolupament de la guerra a Amposta i quines malalties o

[1] Les dades han estat estretes dels expedients acadèmics de l'Arxiu General i Històric de la Univ. de Barcelona, dels llibres copiadors de receptes, escriptures i altres doc. de l'arxiu de la farmàcia Ferré i dels arxius del Col·legi de Farmacèutics i de Sanitat de Tarragona.

epidèmies hi hagueren. Els dies 19 i 21 de març de 1874 trobem registrades les primeres prescripcions destinades a sis voluntaris carlins.

En tot l'estiu del 1874 no hi ha cap referència als carlins. És a la tardor que es reinicien les inscripcions vinculades a la Guerra: ja no es parla de carlins, es tracta de soldats, caporals artillers o s'inscriu la prescripció amb el nom general d'Hospital. En total quarantanou registres i només es registren cinc carlins o voluntaris, cosa que reflecteix que les tropes lleialistes havien alliberat la ciutat.

Sense oblidar les prescripcions destinades a guarir ferides de guerra, pel tipus d'inscripcions ens adonem que hi havia còlera, problemes gastrointestinals i paludisme.

Les afeccions gastrointestinals es tractaven amb làudan de Sydenham. La majoria de metges el feien servir per tallar la diarrea i com a analgèsic. Però, també, els metges del segle passat seguien la tesi de Carlo Tunisi, metge coronel de l'exèrcit italià, segons la qual si s'administrava exclusivament amb aigua era un tractament per al còlera (LÓPEZ, 1981: 23 i ss.). En conseqüència, no podem descartar que hi hagués una epidèmia de còlera entre les tropes reialistes.

Pel que fa a les prescripcions de quinina, n'hi ha de simples per combatre el paludisme i d'associades amb làudan de Sydenham, cosa que reforça la hipòtesi de l'epidèmia de còlera ja que, tal com afirma M. López, alguns científics la identificaven amb el paludisme de l'Índia.

En resum, dels registraments deduïm la informació següent: en primer lloc, les tropes carlines prengueren la ciutat el març de 1874 i s'hi quedaren fins al final de setembre o els primers dies d'octubre del mateix any, quan les tropes governamentals l'alliberaren. Segonament, a causa dels combats o per escaramusses posteriors, alguns carlins foren ferits i empresonats, per la qual cosa foren atesos a Amposta. En tercer lloc, els combats devien ésser importants ja que s'obrí un hospital (he comptabilitzat trenta-una inscripcions d'*Hospital* i una d'*Hospital de sangre*). I, per acabar, els combatents patien d'afeccions grastrointestinals, còlera i paludisme i no es pot descartar que l'exèrcit lleialista patís una epidèmia de còlera.

El paludisme

Entre totes les prescripcions enregistrades he trobat d'interès fer un recompte dels preparats de sulfat de quinina emprada per a les febres tercianes o quartanes.

A les darreries del s. XIX, la insalubritat general del delta de l'Ebre (arrossars amb desguassos insuficients) afavorien el paludisme (PUJOL, A; SUBIRATS; PUJOL, T., 1996: 32–33). El Dr. Josep Pujol Capsada, metge del Perelló des d'aproximadament 1895 fins al 1908 (PUJOL, A., 1995a: 173-190) recollia en unes notes personals que els habitants que es dedicaven al cultiu d'arròs al Delta eren deu mil, amb una mortalitat total del trenta-dos per mil, dels quals quatre per mil moria per paludisme, i la morbiditat palúdica era del trenta per mil (PUJOL, A., 1995b: 23).

Són unes xifres molt altes que foren confirmades uns vint anys després per la Secció de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans, que publicà que al delta hi havia cada any entre dotze i catorze mil palúdics (PITTALUGA, 1922: VII-X).

Per fer una anàlisi detallada sobre el nombre de prescripcions amb sulfat de quinina i amb làudan de Sydenham, hem agafat a l'atzar l'any 1879.

El nombre de prescripció de sulfat de quinina ens assabenta indirectament de la incidència de paludisme a Amposta i en quins mesos es manifesta més virulentament. De les dues-centes divuit fórmules amb sulfat de quinina registrades l'any 1879, trenta-dos corresponen a l'agost i trenta-vuit, al setembre, mesos que l'activitat era més intensa als arrossars per preparar la collita i recol·lectar.

Els metges i manescals. El Dr. Ferran

Hem dit més amunt que els llibres copiadors reflectien el metge i el manescal que ordenava el preparat farmacèutic i no volem deixar de retre'ls homenatge. Hem recollit cent quatre noms de facultatius. La gran quantitat de metges i manescals no ens ha de fer pensar que vivien tots a Amposta, sinó que alguns devien baixar de Tortosa o s'hi traslladaven els malalts per visitar-se.

Una menció a part mereix el Dr. Ferran i hem arribat a la conclusió que es tracta del Dr. Jaume Ferran i Clua, descobridor de la vacuna anticolèrica (1885), ja que es llicencià l'any 1873 i tot seguit exercí a Tortosa.

Conclusió

La farmàcia Ferré d'Amposta és un clar referent de les nissagues de sanitaris a Catalunya, ja siguin de metges, d'apotecaris, de manescals o de llevadores. A més, en el cas de la farmàcia Ferré fem constar que és oberta al públic des de fa 125 anys, dels quals 107 han estat sota la titularitat d'un Ferré i des de 1895 és al carrer Major d'Amposta.

La família ha tingut cura dels llibres copiadors i altres documents i, gràcies a això, hem pogut escriure aquesta ponència, on hem revisat la importància dels llibres copiadors de receptes.

Així, doncs, no hi ha dubte que la completa col·lecció de llibres copiadors de receptes de la farmàcia Ferré són una font molt valuosa per estudiar diferents aspectes històrics d'Amposta des de l'any 1874 fins a l'actualitat, excloent-hi la Guerra Civil. Només ens queda dir que són a l'abast de tots els estudiosos que ho sol·licitin als propietaris actuals, Lluís Ferré i Maria Teresa Pujol.

Bibliografia

LÓPEZ ALEMANY, M. (1981), *L'epidèmia de còlera dels anys 1884 al 1886 i la seva incidència a la ciutat d'Amposta*. Amposta, Ajuntament.

PITTALUGA, G. (1922), «Proposta a la Secció de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans per ampliar el Servei Tècnic del Paludisme en servei d'estudis sanitaris». A: Mancomunitat de Catalunya: *Treballs del Servei de Sanitat. 1917 a 1921*. Barcelona, pp. VII–X.

PUJOL, Anton (1995a), «Josep Pujol Capsada (1869–1944). Biografia d'un metge singular i l'epidèmia de paludisme del Prat (1919–1924)». VIIIè Congrés d'Història de la Medicina Catalana. *Gimbernat, XXII*, 173–190.

PUJOL, Anton (1995b), *50 Anys de la Clínica Arrossera d'Amposta (1944–1994)*. Amposta, SAMGSISS.
PUJOL, A; SUBIRATS; PUJOL, T. (1996), *Amposta. Imatges per a la història. 1870–1969*. Amposta, Ajuntament.

Farmàcia Ferré
(És la segona casa, amb portal rodó)
Amposta (ca. 1920)
Fot. Roisin

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 463-467

CRITERIS DE QUALITAT DE LA LLET CONSUMIDA A BARCELONA, SEGLES XIX I XX

Joan Ràfols i Casamada
Departament de Geografia Humana. Universitat de Barcelona

Paraules clau: *Llet, Barcelona, segles XIX i XX, criteris de qualitat, innovació tecnològica.*

Criteria of quality for the milk consumed in Barcelona, nineteenth and twentieth centuries

Summary: *In this paper is studied the evolution of the criteria of quality for the milk consumed in Barcelona during the nineteenth and twentieth centuries, with special attention to the influence of the scientific and technological innovation. Also it is made a brief historical review to the role of the responsible municipal officials for the markets and foods.*

Key words: *Milk, Barcelona, nineteenth-twentieth centuries, quality criteria, technological innovation*

Per a nosaltres, ciutadans d'ara i d'un país enquadrat dins el marc general del món i la cultura occidentals, acostumats com estem a viure immersos en un univers de normes i controls de tots tipus, no ens sorprèn que la llet que consumim en tan grans quantitats –per a l'any 1994 van ser més de 120 litres per persona i any, és a dir, uns 330 mil·lilitres per persona i dia (Ràfols, 1998a: 423-428)– estigui també sotmesa a múltiples normes i regulacions legals. Per una banda, per a garantir la qualitat del producte que el productor posa a l'abast del consumidor, evitant els fraus que tan abundants devien d'haver estat en temps passats, però també, per a vetllar per la salut pública, controlant la seva innocuïtat i qualitat sanitària.

Avui les llets estan molt ben controlades. I aquí, tan a Catalunya com al Regne de València, tan controlades com poden estar-ho a Alemanya, al Regne Unit, a França o a qualsevol altre país de la Unió Europea, a la qual pertanyem. Perquè la normativa que les regula és la mateixa a tots els països membres de la Unió Europea. Es tracta de la *Directiva 92/46/CEE del Consejo, de 16 de junio de 1992, por la que se establecen las normas sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos.*

Seguint l'esperit de la directiva, basat en un principi d'autocontrol dels productors, controlats a la seva vegada per l'autoritat competent, i en l'establiment d'un procediment comunitari d'inspecció, què és el que es fa a Catalunya? Doncs es va crear i instal·lar, amb l'ajuda del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat, el Laboratori Inter-

professional Lleter de Catalunya, integrat per la quasi totalitat dels productors de llet de Catalunya. En aquest laboratori s'hi fan, únicament i exclusivament, anàlisis de llet. Diàriament s'hi analitzen unes 2.500 mostres de llet, que al cap de l'any vénen a ser unes 600.000 mostres. Hi treballen un total d'onze persones, i per aconseguir poder fer la susdita quantitat d'anàlisis es disposa de maquinària molt moderna, informatitzada i automatitzada, i molt ràpida, que utilitza procediments i mètodes que podríem qualificar, amb paraules d'ara, de molt sofisticats.

Aquesta és la situació actual, però en realitat fa molts anys, segles, fins i tot mil·lenis, que les societats, sobretot les urbanes, s'han organitzat per a controlar i regular el subministrament, el comerç i la qualitat dels productes alimentaris imprescindibles per a la vida ciutadana. Així, a la Grècia clàssica trobem la figura de l' *agoranomos*, paraula que podríem traduir, més o menys lliurement, per «senyor de la llei de la plaça, del mercat» i que era, efectivament, un magistrat municipal, amb jurisdicció sobre la plaça del mercat, on inspeccionava les mercaderies perquè no es cometessin fraus ni falsificacions. A Roma hi hagué també una figura semblant, la de l'*edil curul*, que equivalia a una policia dels mercats, que controlava queviures i preus (Bajet, 1994: 43-44).

Hi ha una continuïtat d'aquestes figures al món islàmic, que els musulmans podien haver recollit de la tradició grecoromana a les ciutats síries. Una d'elles, el *Sahib al-suq,* senyor del soc, passà a l'Espanya medieval cristiana i el «señor del zoco» de les ciutats hispanomusulmanes es convertí en el «zabazoques» de les cristianes. Hi havia encara un altre càrrec als socs islàmics, el *muthasib,* i sembla que és d'aquest mot *al-muthasib* que deriva el castellà «almotacén» i el català «mostassaf», presents a la Catalunya medieval i moderna.

El mostassaf, al Principat i al Regne de València, era a les ciutats el responsable dels pesos, mides i mesures i de la policia dels mercats. El seu càrrec era reial, i era doncs, un oficial del rei dintre l'administració local. Des que fou creat el càrrec a València el 1238, n'hi hagué a moltes viles i ciutats, i tingué una llarga vida, que duraria fins a la seva eliminació pel Decret de Nova Planta del Principat de Catalunya, del 1716. Pel que fa als aliments, el mostassaf havia de controlar les carns, la volateria, la caça, el peix fresc o salat, l'oli, el vi i les tavernes, però sobretot el pa, l'aliment de primera necessitat per excel·lència (Bajet, 1994: 56-156).

I de la llet, què en diu el mostassaf? Doncs no en diu res perquè la llet no era un article de consum com els altres esmentats. Si de cas, se'n feia formatge, o servia, en petites quantitats, per fer pastissos o els anomenats menjars blancs. I així va continuar fins a mitjan segle XIX, i si hi havia algun consum significatiu era el que corresponia a l'ús terapèutic, ja que la llet es prenia gairebé exclusivament per prescripció facultativa (Ràfols, 1998b: 287, 291-292).

Més d'un segle després, el 1837 (Casas, 1988: 53), l'ajuntament nomenà dos veterinaris per el control alimentari de la ciutat, i vint anys més tard, a les *Ordenanzas Municipales* de l'any 1857, es fa menció, per primera vegada que sapiguem, de la llet, de les vaques i de les vaqueries. Així, a l'article 305, s'hi diu que «las medidas de que se sirvan para la venta no podrán ser de plomo, latón, ni otro metal oxidable». I en el 306, que «será penada la venta de leche con mezcla de agua».

El 1865 es proposà un reglament sobre la llet, que segons Casas (1988: 53) és «considerat el primer del món en aquesta matèria». En aquest reglament l'Alcalde Corregidor diu coses com aquestes:

> De la escrupulosa visita practicada á los establecimientos en que se espende leche [...] he venido en conocimiento de que este importante artículo, especialmente el de vacas, aunque los espendedores no la adulteren, no pueden considerarse con todas las condiciones higiénicas que debe reunir [...] hay vaca en Barcelona que lleva tres años encerrada [...] La leche de estos animales no puede ser buena, ni es dable permitir que con tales condiciones se espenda al público.

Al reglament hi ha prohibicions i multes pels infractors: «el que [...] la espendiese [la llet] en estado de descomposición ó adulterada sufrirá la multa de 500 rs. y quedará sujeto a los tribunales [...]».

Pocs anys més tard, responent al que Casas (1988: 53) qualifica de «preocupació característica de la ciutat de Barcelona per la qualitat i control dels aliments», l'1 d'agost de 1882 fou creat «El Instituto de Reconocimiento de las substancias alimenticias» que dirigia el dr. Calvet. Segons diu el *Diari de Barcelona* al respecte, en aquest

> Laboratorio químico municipal [...] se practicarán los análisis de las substancias a fin de que de esta suerte puedan evitarse las adulteraciones y sofisticaciones de que, a menudo son objeto, en perjuicio de los consumidores [...]

Aquest laboratori es fusionaria el 1906 amb el Laboratori Microbiològic Municipal, creat el 1886, del qual en fou ànima i director fins el 1906 en Jaume Ferran i Clua.

El 1891 es promulgaren unes noves ordenances municipals a Barcelona. El panorama és certament diferent del de 1857, però malgrat tots els canvis, a les noves ordenances municipals (article 623) es continua dient que «Las medidas que sirvan para la venta (de leche) no podrán ser de plomo, latón ni otro metal oxidable». A l'article 625 s'amplia una mica, molt poca cosa, el que es deia abans, i així, segons la nova normativa, «será penada la venta de leche impura, aunque sólo contenga mezcla de agua [...]». Aquesta poca precisió legal no significa, però, que durant els anys del tombant de segle no es controlés la llet mitjançant anàlisis físiques i químiques (*Anuario Estadístico de la ciudad de Barcelona*, 1905: 548).

S'ha de recordar que en aquells anys a cavall del canvi de segle s'estaven introduint fortament les noves teories microbiològiques de Pasteur i de Koch, que provocaven grans debats i polèmiques. S'estava dins el marc contextual del que es pot considerar els moments de crisi i de transició d'un vell paradigma científic a un de nou (Kuhn, 1987: 112-127). Els enfrontaments provocats per aquests motius entre Letamendi, Ferran i Turró són dels que han fet època en la història del món científic i mèdic català i barceloní.

Com diu Urteaga (1980: 31): «en la historia moderna de las ciencias, pocas disciplinas científicas ha tenido un éxito tan claro, rápido y resonante como la microbiología médica». Però aquest èxit tan ràpid i ressonant de la microbiologia mèdica, es reflectí ben lentament a l'hora d'elaborar noves normes de control de la llet. S'ha de mencionar al respecte, que hi havia qui veia les coses de manera ben diferent. Aquest és el cas d'un ric industrial del tèxtil català, en Manuel Bertrand, que endut per aficions agrícoles i ramaderes, instal·là a la seva finca del delta del Llobregat una «Casa de Vacas», que en opinió del periodista especialitzat que la va descriure (Zulueta, 1912: vol. 33, 7-11) era la «mejor instalada que acaso exista en el mundo». La idea del propietari era que «la leche para ser buena, no ha de cocerse, pasteurizarse, ni estar sujeta a preparación ninguna; ha de ser pura, natural, exenta en absoluto de

microbios». El periodista explica i resumeix lacònicament aquestes idees així: «No hay laboratorio: sería su existencia la condenación del sistema».

Les primeres referències sobre problemes d'infecció microbiològica de les llets les hem trobades en una proposta del Negociat d'Higiene i Sanitat –que s'havia de sotmetre a l'aprovació de la Comissió de Govern el 18 de juny de 1936– perquè s'adoptessin una sèrie de noves normes, en especial la prova de la tuberculina per a les vaques productores. Al cap d'una colla d'anys, es torna a parlar de microbiologia a les *Ordenanzas Municipales* de 1947. A l'article 1143, hi diu això: «Para los efectos del suministro de leche, además de la composición química natural, se tendrá en cuenta su pureza *bacteriológica,* y se dividirán las leches en tres grados [...]». Les categories que s'estableixen depenien del dosatge de bacteris vius, i pràcticament en cap cas s'escapaven de l'obligatorietat de la pasteurització.

Uns anys mes tard, el 1966, es publicà, al *Boletín Oficial del Estado*, el «*Decreto 2478/1966, por el que se aprueba el reglamento de centrales lecheras y otras industrias lácteas*». Aquest és un decret d'especial rellevància, perquè amb ell les competències sobre com han de ser les llets de consum passen, a partir d'aquest moment, a ser de l'Estat. Ben clarament queda establert a les «Disposiciones derogatorias» que «a la publicación de este decreto quedan derogadas [...] cualquier otra disposición que se oponga o contradiga a lo contenido en este Reglamento».

Finalment s'ha de mencionar, com un nou pas cap a la que podríem denominar globalització normativa de les llets, dins la més general de tots els productes alimentaris, la publicació, l'any 1967, del *Código Alimentario Español*, decret 2484/67. A la introducció cita explícitament la Organización Mundial de la Salud (OMS), i la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que «vienen ocupándose desde hace años de que los distintos gobiernos lleven a cabo estudios técnicos sanitarios sobre las condiciones que han de reunir los alimentos destinados al consumo humano, lo cual ha traído como consecuencia la preparación y perfeccionamiento de Códigos Alimentarios Nacionales».

El següent, i últim per ara, pas cap a una globalització encara més àmplia i mundial ha estat el de la *Directiva 92/46/CEE del Consejo* amb què hem iniciat aquesta exposició. No seria gens sorprenent que la tendència a la universalització que s'ha mostrat, es mantingués i incrementés al llarg dels anys futurs i que arribi un dia en què una sola normativa legal sigui l'única vàlida, en temes de qualitat dels productes alimentaris en general i de la llet en particular, arreu del món.

Bibliografia

BAJET, M. (1944), *El mostassaf de Barcelona i les seves funcions en el segle XVI. Edició del «Llibre de les Ordinations»,* Barcelona, Fundació Noguera.

CASAS, F. (1988), *Història del Laboratori Municipal de Barcelona*, Barcelona, Els Llibres de la Frontera.

KUHN, T.S. (1987), *La estructura de las revoluciones científicas*, 1ª edic. esp., 12ª reimpresión, Madrid, Fondo de Cultura Económica.

RÀFOLS, J. (1998a), «L'evolució del consum de llet a Barcelona, segles XIX i XX. Causes, factors i circumstàncies connexes». A: BLANES, G.; GARRIGÓS, L. (Coord.): *IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (Alcoi-Barcelona 1997), Barcelona, SCHCT, 423-428.

RÀFOLS, J. (1988b), «El abastecimiento de leche a Barcelona: de las vaquerías urbanas a las grandes superficies comerciales». A: CAPEL, H.; LINTEAU, P.A. (Coord.): *Barcelona-Montréal. Desarrollo urbanocomparado*, Barcelona, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 285-298.

URTEAGA, L. (1980), *Miserias, miasmas y microbios. Las topografías médicas y el estado del medio ambiente en el siglo XIX*, Barcelona, Geocrítica-Ediciones de la Universidad de Barcelona.

ZULUETA, J. (1912), «La Ricarda», *El Cultivador Moderno, 33*, 7-11.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 469-472

ÀREES I VOLUMS MÍNIMS A LA GEOMETRIA DE J. ZARAGOZÀ

Eduard Recasens Gallart
Departament de Matemàtica Aplicada III. Universitat Politècnica de Catalunya

Paraules clau: *Divisió de polígons, triangle mínim, tetràedre mínim.*

Minimum areas and volumes in J. Zaragozà's Geometry

Summary: *The problem of land distribution brought about Euclidean division of polygons in proportional parts. This geometrical problem is treated in the course of history by a great number of mathematicians, between them we find J. Zaragoza (XVII century) who extended the theory to a tetrahedron. The study of this problem led the author to create the concepts of «minimum triangle» and «minimum tetrahedron».*

Key words: *Division of polygons, minimum triangle, minimum tetrahedron.*

Dins la tradició geomètrica Euclidiana cultivada a Espanya pels geòmetres del Col·legi Imperial de Madrid, la *Geometria Magna in Minimis* (1674) de J. Zaragozà conté alguns resultats que són notablement originals. Ja hem citat algunes vegades la seva construcció del Centre Mínim com a model geomètric del Centre de Gravetat (avui conegut com Baricentre Geomètric) i l'ús que en fa en la demostració de certes proposicions de la Geometria Plana i de l'Espai. Allò que avui ens ocupa fa referència a un tema llargament tractat pels matemàtics dels segles passats i que es coneixia amb el nom de «Divisió de Figures en parts proporcionals».

El tema en qüestió té les seves arrels en una qüestió de la vida quotidiana com és el repartiment de terres degut a una herència o a la simple compra-venda de terrenys.

Proclus recorda en el seu *Comentari al llibre primer d'Euclides* que Euclides havia escrit un llibre que versava sobre les pràctiques de mesurament de terres, el seu títol era *Llibre sobre les particions* i fou escrit amb la finalitat d'oferir un procediment pràctic basat en els principis generals de la Geometria.

Aquest llibre d'Euclides no fou conegut a Europa fins a la segona meitat del segle XVI i ho fou a través d'un manuscrit àrab atribuït a Bagdadinus i descobert per John Dee, qui juntament amb Comandino en feren una traducció al llatí, publicada l'any 1570. A partir d'aquesta publicació, molts dels llibres de geometria (fins arribar al segle XX) acostumaven a incloure algunes proposicions sobre «divisió de figures» en el seu contingut. Avui, a més, coneixem el llibre d'Abraham bar Hiià, *Sèfer hibbur hameixihà uehatixbòret,* geòmetra jueu que visqué a Barcelona durant el segle XII i que inclou tot un capítol dedicat a la

partició de figures geomètriques planes (amb la finalitat d'ensenyar a repartir terrenys amb justícia). En aquest llibre s'inspirà Leonardo de Pisa, qui també tractà el mateix tema a la *Pràctica Geomètrica* i també ho feren els autors medievals Jordanus Nemorarius i Luca Pacioli.

El geòmetra contemporani de Zaragozà, Andrea Tacquet, tractà el tema de divisió de figures planes en els seus *Elementa geometricae* (1654) i Zaragozà en repeteix algunes d'elles a la *Geometria Magna*, però el tractament demostratiu de Zaragozà és diferent i, a més, fa l'extensió al tetràedre.

A continuació exposaré en línies generals els conceptes de «triangle mínim» i «tetràedre mínim», que són els conceptes bàsics que fa servir Zaragozà pel tractament del tema que ens ocupa i que es troben en els volums II i III de la *Geometria Magna*.

La proposició bàsica és la 14-II. Donats un angle Cmn i un punt F interior a aquest angle, d'entre totes aquelles rectes transversals que passen per F es tracta de trobar aquella que determina un triangle d'àrea mínima (veure figura 1).

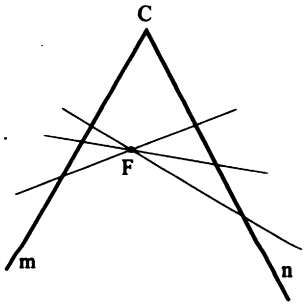


Figura 1

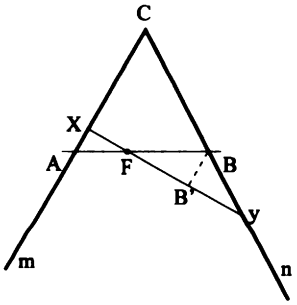


Figura 2

La solució es troba en aquella transversal AFB tal que AF = FB (veure figura 2). I això és així perquè si XFY és una altra transversal per a F, si considerem la projecció B' de B sobre XY paral·lelament a CA, resulta que el triangle FXA és igual al triangle BFB' i, per tant, l'àrea del triangle CAB, que és igual a l'àrea del quadrilàter CXB'B, és menor que la del triangle CXY. Observeu que el segment AFB que tanca l'angle Cmn segons un triangle d'àrea mínima és tal que F resulta ésser el punt mig d'aquest segment, és a dir que n'és el baricentre geomètric, o sigui allò que Zaragozà anomenà «centre mínim». Aquest resultat s'estén a un tetràedre a la proposició 28-III. Diu així: si Vabc és un angle trièdric i F un punt interior del mateix angle, de tots els plans que passen per F, aquell que fa que F sigui el centre mínim (baricentre geomètric) de la secció triangular originada, produeix un tetràedre de volum mínim (veure figura 3). La demostració no és, en absolut, immediata. Zaragozà la fa essencialment en quatre passos que es corresponen amb les proposicions 19, 25, 27 i 28 del volum III.

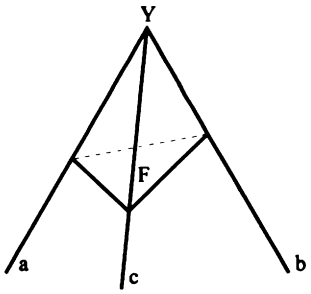


Figura 3

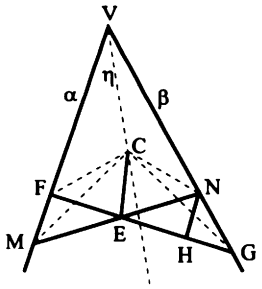


Figura 4

Com a mostra del raonament que segueix donaré el primer pas (veure figura 4): sigui $V\alpha\beta\gamma$ un tríedre i CE un segment que té un extrem en una aresta (γ en la figura 4) i l'altre extrem a la cara oposada $V\alpha\beta$. Sigui π un pla que passa per CE i talla el tríedre segons una secció triangular CMN. Si aquest pla π és tal que ME = EN, llavors, el volum de la piràmide VCMN és menor que el de qualsevol altra piràmide formada en el tríedre per plans que passen per CE.

La demostració consisteix a provar que si el tríedre es talla per un altre pla CFG, el volum guanyat és més gran que el volum perdut (i aquesta és l'argumentació general en totes aquestes proposicions). Així és: el volum guanyat és la piràmide CENG i el volum perdut és la piràmide CFME, ara bé:

piràmide CENG = piràmide CENH + piràmide CNHG, però
piràmide CENH = piràmide CFME ja que triangle FME = triangle ENH.

Zaragozà dona mètodes constructius per a trobar el triangle i el tetràedre d'àrea mínima: en el cas pla (veure figura 5), un dels mètodes consisteix a traçar paral·leles FM, FN als costats i la transversal AFB per F paral·lela a MN dóna el triangle mínim buscat, que és el CAB. En el cas espaial (veure figura 6), donat el tríedre Dabc, si O és un punt del seu interior, es consideren els tres plans FHL, EPR i GKL que passen per O i són respectivament paral·lels a les cares del tríedre. Els punts F, E, G en què aquests plans tallen les arestes formen un triangle FEG. El pla que passa per O i és paral·lel al FEG determina el triangle BAC de centre mínim (baricentre) el punt O (veure facsímil, proposició XXXIII).

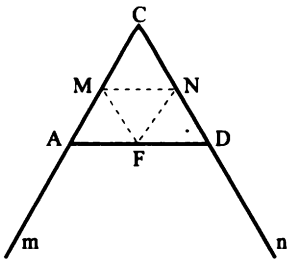


Figura 5

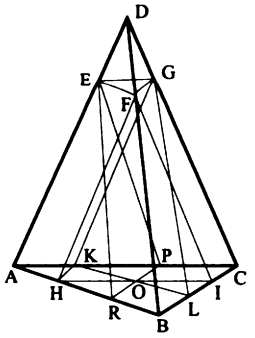


Figura 6

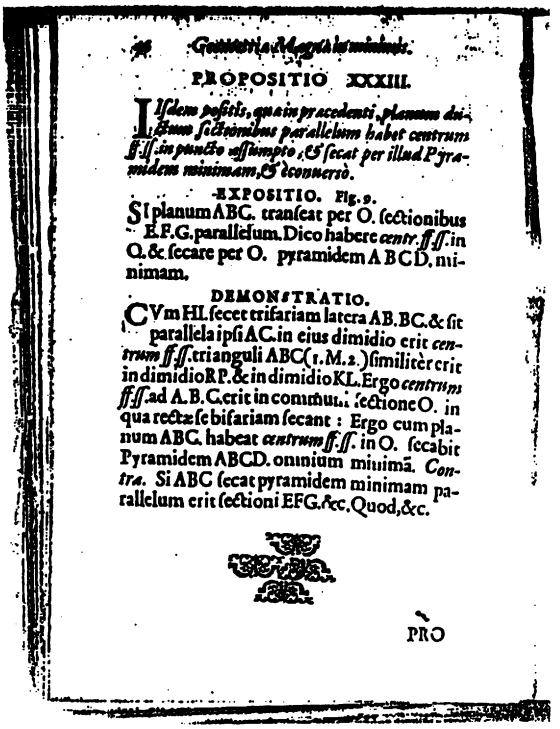
A partir d'aquests resultats l'autor es planteja el problema de quina és la recta transversal que passant per un punt interior o exterior a un angle donat, tanca aquest angle segons un triangle d'àrea donada i, més en general, donats un triangle ABC i un punt F, s'ha de traçar una transversal per F, de manera que aquest triangle quedi dividit en dues parts de raó donada (per tractar aquesta qüestió introdueix el concepte de «triangle mínim absolut»). En el cas d'un tetràedre es tracta de dividir-lo en una certa raó per un pla obligat a passar per un punt o un segment. Les diverses proposicions consisteixen a anar variant la situació del punt o del segment.

Bibliografia

ARCHIBALD, R.C. (1915), *Euclid's Book on Divisions of Figures*, Cambridge University Press.

TACQUET, Andrea (1669), *Opera Mathematica*, 2 vols., Antwerpiae.

ZARAGOZÀ, Joseph (1674), *Geometria Magna in Minimis*, 3 vols., Toledo.



PROPOSITIO XXXIII.

Iſdem poſitis, quæ in præcedenti, planum dictum ſectionibus parallelum habet centrum ff.ſſ. in puncto aſſumpto, & ſecat per illud Pyramidem minimam, & è conuerſò.

EXPOSITIO. Fig. 9.

SI planum ABC. tranſeat per O. ſectionibus E.F.G. parallelum. Dico habere centr. ff.ſſ. in O. & ſecare per O. pyramidem A B C D. minimam.

DEMONSTRATIO.

CVm HL. ſecet trifariam latera AB. BC. & ſit parallela ipſi AC. in eius dimidio erit centrum ff.ſſ. trianguli ABC (1. M. 2.) ſimilitèr erit in dimidio RP. & in dimidio KL. Ergo centrum ff.ſſ. ad A. B. C. erit in communi ſectione O. in qua rectæ ſe bifariam ſecant: Ergo cum planum ABC. habeat centrum ff.ſſ. in O. ſecabit Pyramidem ABCD. omnium minimã. Contra. Si ABC ſecat pyramidem minimam parallelum erit ſectioni EFG. &c. Quod, &c.

PRO

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 473-483

ANTONI QUINTANA I MARÍ (1907-1998) I LA FUNDACIÓ D'UNA ESCOLA CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

Antoni ROCA ROSELL; Agustí NIETO GALAN
Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica. ETSEIB, UPC; Dept. de Filosofia / Centre d'Estudis d'Història de les Ciències, UAB

Paraules clau: *historiografia, química, Martí i Franquès, historia de la ciència, Antoni Quintana, institucionalització, J. M. Millàs, patrimoni científic català.*

Antoni Quintana i Marí (1907-1998) and the foundation of a Catalan School of History of Science

Summary: *The eventual achievement of a certain degree of maturity of History of Science in Catalonia in the forthcoming years, and the necessary reconstruction of its historical roots is closely linked to the pioneering work of some remarkable figures, which substantially contributed to its foundation and further development. Among them, Antoni Quintana i Marí, an honorary member of our Society, who recently passed away, was one of the worth mentioning figures.*
In 1932, in the heart of a period in which the reputed scholar Josep M. Millàs Vallicrosa devoted great efforts to study the History of Exact Sciences in Medieval Spain, Quintana wrote his first paper on history of science, aiming to celebrate the 100 years of the death of the Catalan chemist Antoni Martí i Franquès. Quintana and Millàs defined themselves as historians of science, and played a very important role in the process of early professionalization of the discipline. From that perspective, they could be considered as the «first» Catalan historians of science, especially in 1934, when the crisis of of the Spanish group in the Académie Internationale d'Histoire des Sciences, led, a year later, to the further admission of a «Catalan Section».

Key words: *historiography, chemics, Martí i Franquès, History of Science, Antoni Quintana, institutionalization, J.M. Millàs, Catalan Scientific Heritage.*

1.Introducció

Quan es pugui parlar de l'existència *consolidada* d'una escola catalana d'història de la ciència s'haurà de tenir en compte l'acció de diverses persones —en petit nombre— entre les quals, al menys des de la nostra perspectiva, cal incloure Antoni Quintana Marí, traspassat

el 26 de maig de 1998, als 90 anys, soci d'honor de la nostra Societat. Com és sabut, Quintana realitzà el seu primer treball d'història de la ciència cap al 1932, amb motiu de la celebració, que ell mateix organitzà, del centenari de la mort d'Antoni de Martí i Franquès. És l'època en què Josep M. Millàs Vallicrosa concentrava el seu interès en la cultura semítica hispànica en el camp de les ciències exactes. Quintana i Millàs poden ser considerats els primers historiadors de la ciència catalans, no perquè les seves aportacions fossin les primeres, sinó perquè foren els primers que definiren la seva activitat intel·lectual principal en la història de la ciència, cosa que es materialitzà, ja el 1933, amb la participació al Grup espanyol de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences. El 1934, després d'una greu crisi al Grup espanyol, l'Académie reconegué una Secció catalana, que havia de participar en la reconstrucció del Grup, cosa que l'esclat de la guerra civil va impedir. Aquesta Secció catalana representa, en certa manera, la primera i efímera institucionalització de la Història de la ciència a Catalunya.

2. Els orígens: una vocació científica precoç

No podem entendre la trajectòria científica de Quintana sense tenir en compte la vocació científica que desplegà en la seva joventut. Abans dels 18 anys, el 1925, aparegueren notes científiques seves a *Ibérica* i a *Química e Industria*. Els diaris tarragonins el tingueren aviat com un col·laborador molt actiu. Hem d'atorgar una part de la seva vocació científica de joventut a la influència d'un dels seus professors, Josep Estalella. De fet, Estalella acabaria sent un dels renovadors de l'ensenyament secundari a Catalunya. El 1931 organitzà l'Institut-Escola de la Generalitat, que és una referència en la història de la pedagogia a Catalunya. Estalella era químic, va ser professor de diversos instituts (a Girona i a Tarragona) i participà en el Instituto-Escuela de Madrid, patrocinat per la Junta para Ampliación de Estudios.

El 23 novembre de 1923, Antoni Quintana estava en el seu darrer any de batxillerat, tenia setze anys complerts. En una lliçó de química de Josep Estalella a l'Institut de Tarragona, Quintana sentí que un català, Antoni de Martí i Franquès, d'Altafulla, havia fet el 1790 una important anàlisi de la composició de l'aire del seu temps. Estalella digué que ell, al seu torn, havia sentit el 1896 la menció a Martí en boca del seu professor de química a la Facultat de Ciències de Barcelona, José Ramón de Luanco. En el seu *Curso de química* (1921), Estalella va incloure una nota històrica fent menció de «l'espanyol Martí» (p. 29). El llibre de Luanco també portava una «nota històrica» atorgant a Martí i Franquès la mesura de la composició de l'aire. Sembla que Estalella (com Luanco, anys enrera) va destacar el fet que un savi altafullenc fos un gran protagonista de la història de la química. Estalella, que era un pedagog partidari de l'ensenyament actiu, devia destacar la referència com un mitjà de motivació dels alumnes. En el cas d'Antoni Quintana, no hi ha dubte que ho va aconseguir. El fil, aparentment fràgil, que Quintana estirà i que el dugué a l'estudi de la figura de Martí i Franquès ens posa de manifest que la comunitat científica catalana havia mantingut el record de Martí i Franquès amb certa precarietat. Per altra banda, com els treballs posteriors de Quintana recullen, en les comarques de Tarragona, la tradició oral conservava llegendes referents a un estrany personatge científic altafullenc.

3. L'homenatge a Martí i Franquès de 1932

Després d'un primer període de treball intens per poder-ho fer amb dignitat, Antoni Quintana organitzà la celebració del centenari de la mort de Martí el 21 d'agost de 1932. Una nodrida representació de la comunitat científica catalana del moment fou convocada a Tarragona. En un número especial de la revista *Ciència* trobem col·laboracions del botànic Font i Quer, de Josep Estalella, recentment nomenat president de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques, nova filial de l'Institut d'Estudis Catalans, i d'Enric Moles, catedràtic de química analítica de la Universitat de Madrid. Quintana havia aconseguit salvar els papers i les restes dels laboratoris, de l'arxiu i de la biblioteca personal de Martí i Franquès i havia aprofundit en la singularitat de la seva figura científica. Amb els seus treballs, el mite popular o la tradició oral dels químics a Catalunya s'engrandia, en aquest cas gràcies a la confrontació amb les fonts històriques. Amb la magnífica documentació que trobà, en pocs anys fou capaç de fer un primer treball de reconstrucció de la personalitat i l'obra de Martí i Franquès. Era la seva entrada al món de la història de la ciència. Val a dir que la fascinació per Martí i Franquès centraria el seu interès tota la seva vida.

4. Relació amb Josep M. Millàs i Vallicrosa i amb Aldo Mieli

No en sabem els detalls (ell no ho recordava), però Quintana connectà aviat amb Josep M. Millàs i Vallicrosa i, probablement en la mateixa època, també establí contacte amb els dirigents del Grupo Español de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences, entre ells Francisco Vera. El 29 de març i el 7 d'abril de 1933, Quintana escriví a Aldo Mieli, secretari perpetu de l'Académie, que li contestà amb data del 14 d'abril de 1933. Era el primer contacte. Mieli li explicà l'existència del Grup espanyol (cosa que probablement ja sabia), li demanà que se subscrigués a *Archeion*, l'òrgan de l'Acadèmia (actualment, *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*), on li publicaria articles breus, no en català, sinó en castellà. Poc després, el maig de 1933, fou nomenat delegat a la província de Tarragona del Grup espanyol. Aquest mateix any 1933, a més de Mieli, Quintana mantingué correspondència amb Gino Loria, amb Hélène Metzger i amb George Sarton, en tots els casos interessant-se per publicacions seves.

5.» L'Estudi biogràfic i documental» de 1935

El treball de Quintana sobre Martí i Franquès rebè el premi de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans el 1935. El físic Eduard Fontserè i Riba, que era al mateix temps membre de l'IEC i de l'Acadèmia, recomanà la publicació del treball a les *Memòries de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.* Hi aparegué el mateix 1935, junt aquest amb l'edició de les memòries originals de Martí. L'*Estudi biogràfic i documental* és una obra d'unes 250 pàgines, que fa ús d'una documentació original i en molts casos inèdita. Martí i Franquès hi és presentat com un il·lustrat, un hisendat amant de la recerca científica i de les seves aplicacions; un intel·lectual de projecció europea, coneixedor de la literatura científica del seu temps. A més de la química, Martí estava interessat en la física, la botànica i la fisiologia ve-

getal i es preocupava per les conseqüències religioses de les seves investigacions. Al mateix temps, Martí fou un gran promotor d'iniciatives culturals a Tarragona i les seves comarques. La monografia de Quintana fou comentada el mateix 1935 per Aldo Mieli a *Archeion*. L'*Estudi* era l'*opera prima* de Quintana i, probablement, la seva obra principal en Història de la ciència, en vista de les circumstàncies en què es trobà posteriorment.

6. 1934: La Secció Catalana de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences

Mieli pensà que se celebrés a Espanya el Congrés Internacional d'Història de la Ciència de 1934, en lloc de fer-lo a Berlín, a causa de l'arribada dels nazis al govern d'Alemanya. Com que coneixia bé la diversitat cultural de la península Ibèrica, pensava en sessions a Barcelona, a Salamanca i a Portugal, a més de Madrid. Pel que fa a Barcelona, la realització de sessions exigia un suport local. Quintana (que ara vivia a la ciutat comtal) i Millàs convocaren tots els interessats en formar una secció catalana del grup espanyol de l'Acadèmia. El 16 de febrer de 1934 es constituí la secció catalana sota la presidència del rector de la Universitat, Pere Bosch Gimpera. Entre els assistents trobem els intel·lectuals més actius del moment, molts dels quals havien fet (o farien) algun treball d'història de la ciència.

La Secció catalana resultava ser la primera organització d'historiadors de la ciència de la nostra història. Es dóna el cas que, per desavinences d'Aldo Mieli amb Francisco Vera i el Grup espanyol, relacionades en gran part amb els recels per fer sessions fora de Madrid, la Secció catalana fou a partir de març de 1934 l'única representació espanyola a l'Acadèmia internacional. En efecte, a principis de 1934, Mieli dissolgué el Grup espanyol i reconegué la secció catalana, i promogué la reconstrucció del grup espanyol, cosa que no fou possible abans de 1936. De fet, la persona en qui Mieli havia dipositat la seva confiança a Espanya era Julio Rey Pastor que, com se sap, combinava una càtedra a Argentina amb estades prolongades anuals a Espanya, aprofitant que les vacances escolars de l'hemisferi sud coincideixen amb l'hivern del nord.

7. Final: una incipient escola catalana d'historiadors de la ciència

El treball del jove Quintana es desenvolupà en un context acadèmic molt dèbil en el qual, tanmateix, fou capaç de portar a terme un treball de recerca seriós. L'emergència d'una comunitat d'historiadors de la ciència internacional li facilità un contacte ràpid amb els investigadors més destacats, tot i que la disciplina que interessava a Quintana (la història de la química) estava molt poc desenvolupada. De fet, Quintana i els seus contemporanis participaren en la primera fase d'internacionalització de la història de la ciència promoguda per l'Académie en base en crear grups «nacionals», d'entre els quals l'espanyol fou un dels primers. El món acadèmic català, per la seva banda, s'havia dotat de la Universitat Autònoma, i un projecte internacional de caire científic i cultural com el que presentaven Quintana i Millàs fou molt ben acollit en aquest context. Al Seminari de Pedagogia de la Universitat Autònoma, a més, Quintana donà un curs sobre les aplicacions didàctiques de la història de la ciència, del qual es conserva un llarg manuscrit encara pendent d'estudi.

Després de la guerra civil, Quintana acabà orientant la seva carrera a la química ce-

realista, en la qual fou un dels pioners. No reprengué els seus treballs en història de la ciència fins després de jubilar-se. El 1982 organitzà a Tarragona el 150 aniversari de la mort de Martí i Franquès. La fortuna, però, féu possible la relació de Quintana amb la nova generació d'historiadors de la ciència. El 1985, assistí a una conferència de Silvio Bergia, i entrà en contacte amb un dels grups que més tard promourien la fundació de la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica el 1991, de la qual fou nomenat soci d'honor. Els esforços actuals per crear una escola catalana d'historiadors de la ciència han pogut comptar amb la seva col·laboració personal en tots aquests anys. Destaquem la seva iniciativa d'organitzar a Tarragona les III Trobades de la Societat, amb motiu de la commemoració de Lavoisier, on també es va retre homenatge a Martí.

Els historiadors de la ciència catalans tenim en Quintana una referència i un estímul per què, malgrat les dificultats, la nostra disciplina es desenvolupi plenament en els pròxims anys.

Bibliografia

CASASSAS, E. (1995). «Josep Estalella i Graells. Vilafranca del Penedés, 1879-Barcelona, 1938. La nova Pedagogia», A: CAMARASA, J.M.; ROCA ROSELL, A. (dirs.): *Ciència i Tècnica als Països Catalans. Una aproximació biogràfica,* Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona, 1.021-1.053.

«CENTENARI [El] d'Antoni Martí i Franquès» (1932) (editorial, articles d'A. Quintana Marí, P. Font i Quer, J. Estalella. E. Moles i crònica dels actes), *Ciència, any VII*, núm. 48, 20 setembre, 97-128.

GLICK, THOMAS F. (1990). *George Sarton i la història de la ciència a Espanya* (traducció catalana de Mercè Viladrich), Barcelona, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

NIETO-GALAN, A. (1995). «Martí i Franquès, Carbonell i Bravo, i els usos de la nova química a la Catalunya il.lustrada», A: IZQUIERDO, M., NIETO-GALAN, A., *et al.* (eds.): *A.L. Lavoisier i els origens de la química moderna 200 anys després,* Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, Barcelona, 159-184.

PLA, C. (1950). «Aldo Mieli en la Argentina», *Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 29,* 906-912.

QUINTANA MARÍ, A. (1935). «Antoni de Martí i Franquès. Estudi biogràfic i documental», *Memòries de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, vol. XXIV*, 61-309.

RIBAS i MASSANA, ALBERT (1976). *La Universitat Autònoma de Barcelona 1933-1939* (pròleg de Josep Trueta), Barcelona, Edicions 62.

ROCA ROSELL, A. (1991). «El caso del Congreso Internacional de 1934: «guerra» entre historiadores de la ciencia», A: VALERA, M.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, C. (eds.): *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Múrcia-Barcelona, 1.066-1.084.

ROCA ROSELL, A. (1993). «El repte de la síntesi. Antecedents i situació actual de la historiografia catalana de la ciència i de la tècnica», *El Contemporani*, núm. 1, juliol-desembre, 35-39.

SERGESCU, P.(1950). «Aldo Mieli. Biographie», *Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 29,* 519-535.

Fotografia de grup dels participants a l'Homenatge a Martí de 1932 a l'Ateneu de Tarragona. Foto arxiu AQM.

Aldo Mieli (1879-1950) fou el primer secretari general perpetu de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences.

MEMÒRIES

DE

L' ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS

DE BARCELONA

TERCERA ÈPOCA VOL. XXIV

ANTONI DE MARTÍ I FRANQUÉS

MEMÒRIES ORIGINALS

ESTUDI BIOGRÀFIC I DOCUMENTAL

Publicat el gener del 1935

BARCELONA

NEBOTS DE LÓPEZ ROBERT I C.ª, IMPRESSORS :: NOU DE LA RAMBLA, 63

1935

«Antoni Martí i Franquès. Memòries originals. Estudi biogràfic i documental», *Memòries de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, vol. 24, 309 pàgs. El nom d'Antoni Quintana no apareix fins la pàgina 61.

Antoni de Martí i Franquès (1750-1832), nascut a Altafulla, ha esdevingut una figura visible gràcies als treballs d'Antoni Quintana Marí.

1934
Febrer 6

Sessió de Constitució

Sota la presidencia del Sr Bosch Gimpera comencé la sessió a les 6'30 de la tarda actuant de secretari el que suscriu.

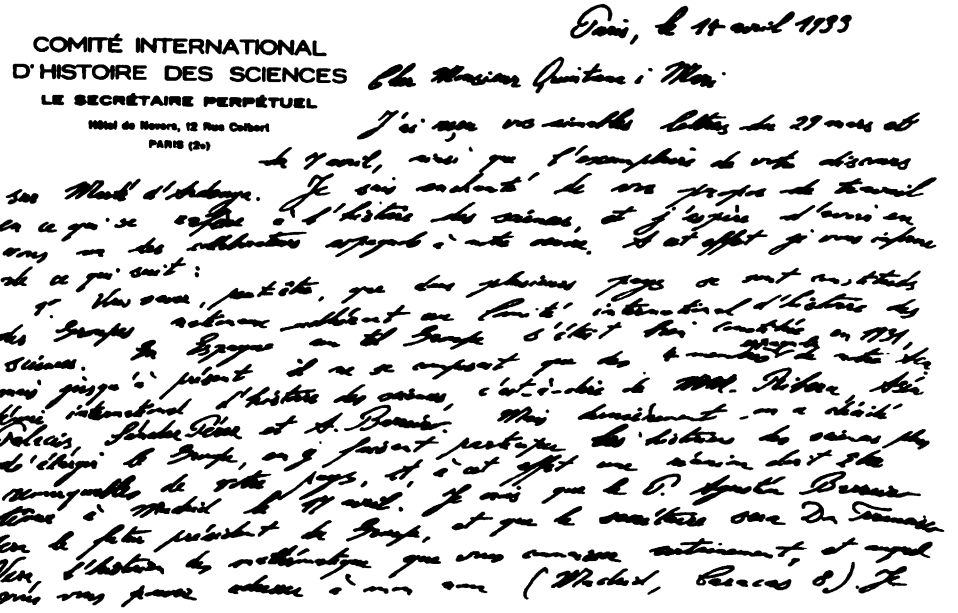
Assistiren a la reunió els Sr. següents:

Sr. Bosch Gimpera
Joaquim Xirau
Gonzal de Reparaz
Josep Estabella
Tomàs Anglès
Joaquim Carreras
Tomàs Carreras
J. Coromines

Sr. Font i Puig
La Torre
J. Mª Millas
A. Quintana
Fr. Miquel d'Espluga
Pau Vila
Jaume Serpí
Pompeu Fabra
Jaume Algarra

El Sr. Millas i el Sr. Quintana exposaren la finalitat de la reunió: la necessitat de constituir un Grup Català anexe a l'Academia d'Hª des Sciences encarregat de l'organització de les sessions del proper III Congrès que deuen tenir lloc a Barcelona el mes d'octubre vinent.

Esborrany de l'acta de constitució de la Secció Catalana de l'Acadèmia internacional d'història de les ciències. Manuscrit, arxiu AQM.



COMITÉ INTERNATIONAL
D'HISTOIRE DES SCIENCES
LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL
Hôtel de Nevers, 12 Rue Colbert
PARIS (2e)

Paris, le 17 avril 1933

Aldo Mieli a Antonio Quintana, Paris 17 d'abril de 1933.
És la primera carta que Mieli escrigué a Quintana, responent-ne dues de pocs dies abans.
Arxiu AQM

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 485-492

UN PROYECTO DE INSTALACIÓN DEL MUSEO PALEONTOLÓGICO J. RODRIGO BOTET DE VALENCIA EN LA PRIMERA DÉCADA DEL SIGLO XX

Mª Amparo Salinas Jaques
Museo Paleontológico Municipal. Ayuntamiento de Valencia

Palabras clave: *Historia, Museo paleontológico, paleontología, València, 1901-1908.*

Summary: *This work gives some details about a project to build an appropriate new construction to house a paleontological museum in Valencia (Spain) in 1905. This building was never erected, and the best European collection of mammalian fossils from the South American Pleistocene was stored in an old gothic building from 1908 to 1990.*

Key words: *History, Museo paleontológico J. Rodrigo Botet, paleontology, Valencia, 1901-1908.*

1. Introducción

José Rodrigo Botet nació en Manises (Valencia) en 1842. Emigró en 1875 a la Argentina donde amasó una inmensa fortuna dirigiendo diversas obras de ingeniería civil, entre otras, la construcción del canal y el puerto de La Campana (Buenos Aires). En las prospecciones geológicas de las obras obtuvo algunos restos fósiles; esto, junto a su relación con Enrique de Carles –catalán residente en la Argentina desde 1876–, motivó su interés por la paleontología y le llevó a adquirir la colección que regaló a Valencia[1].

Ésta llegó a la ciudad en agosto de 1889 y en octubre de 1891 había sido almacenada en dos lugares sucesivos: en el desaparecido convento de San Gregorio y en el número 62 de la calle de Ruzafa, donde permaneció hasta 1896. Allí se inventarió parcialmente y puede que comenzara a montarse algún esqueleto (Boscá, 1906, p 2).

El acto legal de la posesión definitiva de la colección por el Ayuntamiento quedó supeditado al cotejado de ésta con su inventario. La necesidad de disponer de un local espacioso donde montar los esqueletos y la de obtener asesoramiento científico sobre la colección, llevaron al Ayuntamiento a decidir el traslado de la colección al antiguo Hospital de San Pablo y nombrar

[1] Su importancia consiste en que posiblemente se trata de la mejor colección de mamíferos fósiles del Pleistoceno sudamericano que se conserva en Europa. Esta fauna de mamíferos es considerada por los especialistas, debido a su rareza y su número de formas de gran porte, como la más espectacular de todo el mundo y de todos los tiempos (Fariña, R. A. y Vizcaíno, S., 1995).

una comisión, asesora para la de Monumentos, encabezada por D. Eduardo Boscá y Casanoves, quien el 21 de mayo de 1896 recibió la orden de trasladar la colección al citado lugar[2].

Eduardo Boscá, catedrático de la Universidad de Valencia desde 1892, fue «un evolucionista radical que consideraba el darwinismo como fundamento para explicar todos los aspectos de la realidad, en una línea semejante a la de Peregrín Casanova» (López, J.M y Navarro, V; 1995, p. 509). Preocupado por la difusión y divulgación de la Historia Natural, concedía gran valor didáctico a las colecciones de ciencias naturales. Fue –como director de la colección, y del después denominado gabinete paleontológico, desde finales de 1900 hasta su muerte en 1924[3]– un responsable defensor de posturas independientes orientadas a preservar, conservar y difundir los fondos de la colección de Rodrigo Botet, con quien mantuvo una cómplice relación basada en la convergencia de sus intereses sobre el destino del legado. Este criterio de *preservar, conservar y difundir* los fondos de una colección científica es absolutamente moderno y la razón de ser de los museos actuales, y debió ser el motor de la continua lucha de Eduardo Boscá en pos de la ubicación adecuada para la colección paleontológica.

En cuanto al edificio donde se instaló la colección en 1896, poco se puede precisar acerca de él, salvo que era muy antiguo y que en 1885 estaba en relativamente buenas condiciones. (Junta Municipal de Sanidad, 1886: 105). Debía tener al menos quinientos metros cuadrados, repartidos en dos grandes salas, de unos seis metros de anchura, por planta, y algunas dependencias menores. En los muros se abrían numerosos ventanales y estaba dotado de agua potable (Junta Municipal de Sanidad, 1886: 101 – 102).

El 19 de Agosto de 1897, Eduardo Boscá participó a la comisión de Monumentos del inicio de los trabajos «para el arreglo de los materiales que forman la colección paleontológica depositada en el local del huerto de San Pablo»[4]. Esta es la primera cita hallada, hasta ahora, en la que se informa formalmente al Ayuntamiento de las actividades en torno a la colección. Éstas se limitaban a lo más indispensable debido, según parece, a la falta de local adecuado y definitivo. Al principio, los trabajos consistían en el desembalado, reconocimiento y reconstitución de los esqueletos (Boscá, E., 1899: 83, 86-87). Ello transcurría paralelo a su estudio, y con la publicación por Eduardo Boscá de «Noticias sobre una colección paleontológica regalada al Exmo. Ayuntamiento de Valencia», se inicia su difusión.

En otoño de 1902, con la celebración del IV centenario de la Universidad de Valencia, se difundió por la ciudad no sólo la importancia científica de la colección sino la necesidad de trasladarla a un local idóneo donde exponerla adecuadamente (Boscá, E., 1906: 3)[5]. El

[2] A.M.P.R.B. Sin catalogar. Oficio de la Alcaldía de 21 de mayo de 1896, dirigido a Eduardo Boscá, donde se le ordena traladar la colección paleontológica al Hospital de San Pablo.

[3] No obstante, se ha documentado su responsabilidad sobre la colección al menos desde 1892, pues en una providencia para el desalojo del local de Ruzafa 62 se cita a Eduardo Boscá como «depositario de la colección». A.M.P.R.B. Sin catalogar. Juicio verbal sobre deshaucio de la casa de la calle de Ruzafa, nº 62.

[4] A.M.V. Acta de la Comisión de Monumentos de 27 de agosto de 1897.

[5] Esta publicación suele atribuirse a Manuel Giner San Antonio, editor del libro «Crónica del IV Centenario de la fundación de la Universidad Literaria de Valencia», publicado en 1906. Sin embargo, en la hemeroteca del Museo paleontológico municipal, se conserva una separata del artículo dedicada al museo de puño y letra de

espacio en San Pablo se manifestaba cada vez más deficiente para continuar el armado de esqueletos y la colección sólo se mostraba bajo petición oficial[6], lo que se explica tanto por su ubicación –el edificio distaba un kilómetro de la ciudad– como por la carencia de condiciones y personal adecuados. Esto fue lo que movió al Ayuntamiento a buscar un lugar idóneo donde ubicarla definitivamente.

2. Ubicaciones alternativas para la colección y antecedentes del proyecto

La propuesta más antigua, localizada hasta ahora, para la construcción de un edificio *ex profeso* en los jardines del Real, data de octubre de 1901. El encargo del proyecto al Arquitecto Mayor de la Corporación se verificó en marzo de 1903[7], descartándose diversos lugares propuestos con anterioridad, tales como el Jardín Botánico de la Universidad y la Alameda. En 1904, aún se habló de otros lugares alternativos, tales como el antiguo matadero, y en 1905, se había añadido el edificio conocido como Almudín, almacén de grano de construcción gótica, donde todavía se realizaban transacciones relacionadas con los cereales. Ese mismo año, se creó una comisión especial, encargada del tema de la ubicación adecuada para la colección, integrada por los miembros que formaban la comisión asesora de la de Monumentos en relación con la colección paleontológica[8].

El arquitecto que elaboró el anteproyecto del edificio fue D. Carlos Carbonell Pañella, quien había ingresado por oposición en el Ayuntamiento de Valencia en 1902. Carbonell, nacido en Barcelona en 1873, había obtenido su título en 1897. Su primera obra importante en Valencia data de 1903, mostrando en ella una gran influencia del modernismo catalán de Domènech i Montaner (Benito, D., 1983: 327). Su obra futura se caracterizaría por la plasmación de su capacidad para fundir el modernismo con elementos del barroco.

3. Memoria del anteproyecto y descripción del edificio

La memoria del anteproyecto, de fecha 15 de agosto de 1905[9], justifica en la importancia de la colección la necesidad de instalarla adecuadamente, haciendo hincapié en la falta

Eduardo Boscá: «A la biblioteca de la Colección paleontológica Rodrigo-Botet, recuerdo del autor». De la lectura del texto se infiere que Giner es el autor del texto y Boscá el autor del apéndice -el décimotercero- donde se da detalle de la colección.

[6] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 2/1904 de Monumentos. Artículo 5º del Reglamento provisional para el régimen interior del Museo paleontológico de 1902.

[7] A.M.V. Actas Comisión de Monumentos, 1903: f.1r y v.

[8] A.M.V. Minutario de Actas de 1905, 1er. Semestre, f. 192v. y 193r.

[9] A. M. V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 31/1906 de Monumentos.

de edificios municipales preexistentes donde hacerlo. El objetivo a cuyo servicio debía configurarse el edificio era no sólo el de conservar la colección sino también permitir su visita pública (ver figs. 2 y 3). Las dependencias internas debían ser adecuadas para las tareas de índole científica, completándose con un despacho de dirección y una vivienda para el conserje. Se proyectaba una sala de exposición de 16 x 22 metros cuadrados, en la planta baja, y una galería perimetral, de 1,50 metros de ancho, en la planta alta. En cuanto al aspecto que habría de tener el edificio (ver fig. 1), citamos al propio Carbonell: «El estilo adoptado es el renacimiento inspirado en el griego, por considerar que es el que se amolda más a las necesidades de la obra y responde mejor al carácter de museo y a la antigüedad de los objetos expuestos. Los templos de Júpiter en Egina, el Parthenon y el de Pestum, serían las fuentes, donde al construir la obra, nos darían los perfiles de molduras y proporciones a fin de no innovar, sino procurar que sea en lo posible una reproducción de aquellos preciosos templos». El avance presupuestario estimado por Carbonell ascendía a sesenta y cinco mil pesetas.

En diciembre de 1905, la Comisión Especial de la Colección Paleontológica descartó definitivamente las otras alternativas, aceptó el emplazamiento previsto por Carbonell, «en el Plantío del Jardín del Real, frente a las llamadas Montañitas de Elio»; así como el propio anteproyecto[10]. Siguiendo la tramitación habitual, se requirió la cumplimentación del anteproyecto con el presupuesto de ejecución de la obra y el de contrata[11]. En agosto de 1906[12], el Arquitecto Mayor, D. Rafael Alfaro, presentó la documentación requerida: Al hacer las mediciones de la obra proyectada y aplicarle los precios unitarios, la ejecución importaba 95.054, 40 pesetas y el presupuesto de contrata, ascendía a 109.312,55 pesetas.

4. Resolución y abandono del proyecto

Examinado el proyecto completo y visto por la Comisión de Hacienda el presupuesto final[13], en octubre de 1906[14], la Comisión de Monumentos dejó sin efecto la partida presupuestaria destinada a la adquisición de los terrenos para el edificio en el Real[15]. Tras una otra larga serie de disquisiciones, en febrero de 1907 la comisión de Monumentos propuso trasladar la colección al Almudín[16]. Las limitaciones presupuestarias del Ayuntamiento eran tales,

[10] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 24/1905 de Monumentos.

[11] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 25/1905 de Monumentos

[12] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 31/1906 de Monumentos.

[13] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 3/1907 de Monumentos.

[14] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 21/1906 de Monumentos.

[15] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 21/1906 de Monumentos.

[16] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 3/1907 de Monumentos.

que llegó a proponer solicitar del Estado una subvención que permitiera llevar esto a cabo[17]. En octubre se promovieron los trabajos para la adaptación del Almudín al uso como Museo paleontológico y por falta de presupuesto, se evitó hacer reformas que repararan los graves daños que habían producido en el edificio las obras realizadas en diferentes épocas de su uso como alhóndiga, llevándose a cabo las estrictamente imprescindibles para poder instalar allí la colección. Verificadas éstas y dotado el edificio de agua potable a presión y alumbrado por gas; en julio de 1908 se completó el traslado de la colección al Almudín[18], iniciándose una etapa del museo mucho más conocida por los valencianos que la precedente, dado lo céntrico de la ubicación y la posibilidad real de ser visitada por el público.

Archivos

AMPRB: Archivo del Museo paleontológico J. Rodrigo Botet.
AMV: Archivo Municipal de Valencia.

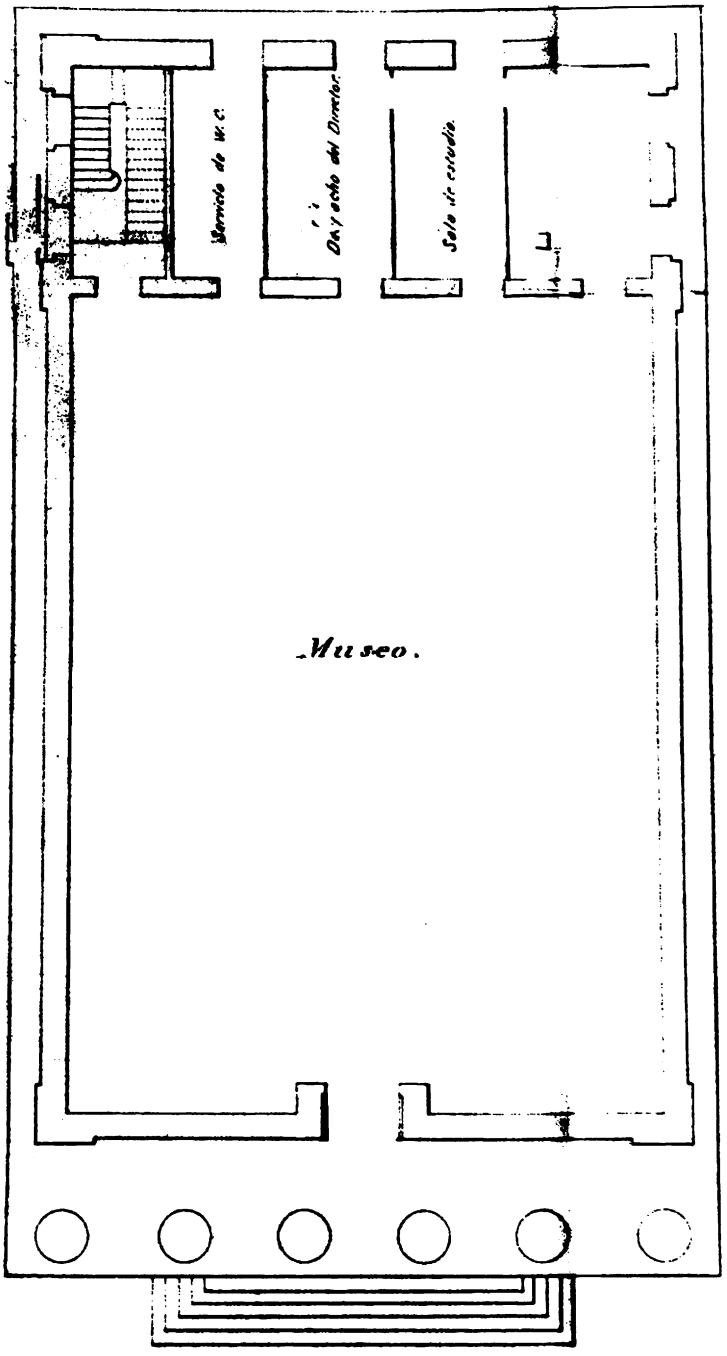
Bibliografía

BENITO GOERLICH, D. (1983), *La arquitectura del eclecticismo en Valencia. Vertientes de la arquitectura valenciana entre 1875 y 1925*, 1a. edición, Valencia, Ayuntamiento de Valencia.
BOSCÁ Y CASANOVES, E. (1899), «Noticias sobre una colección paleontológica regalada al Exmo. Ayuntamiento de Valencia», *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, tomo XXVIII, Act. 82-90.
BOSCÁ Y CASANOVES, E. (1906), Fragmento del libro «Crónica del IV centenario de la fundación de la Universidad de Valencia, publicado en 1906: Exposición paleontológica». En: Giner San Antonio, M. (1906), *Crónica del IV centenario de la fundación de la Universidad Literaria de Valencia*, Valencia, Establecimiento tipográfico Doménech, 163 – 167.
FARIÑA, R.A.; VIZCAÍNO, S. (1995), *Hace sólo diez mil años. Donde se trata de cómo era la gran fauna que habitó América del Sur antes de los indios*, Montevideo, Fin de Siglo.
JUNTA MUNICIPAL DE SANIDAD (1886), *El cólera en Valencia en 1885. Memoria acerca de los trabajos realizados durante la epidemia*, Valencia, Imprenta de Manuel Alufre.
LÓPEZ PIÑERO, J.M.; NAVARRO BROTONS, V. (1995), *Història de la Ciència al País Valencià. València*, Valencia, Ediciones Alfons el Magnànim-IVEI.

[17] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 5/1907 de Monumentos

[18] A.M.V. Archivo Moderno. Expedientes Archivo-Monumentos. Expte 3/1907 de Monumentos

Figura 1: Alzado de la fachada del edificio proyectado por Carlos Carbonell.



Planta inferior:

Figura 2: Plano de la planta inferior.

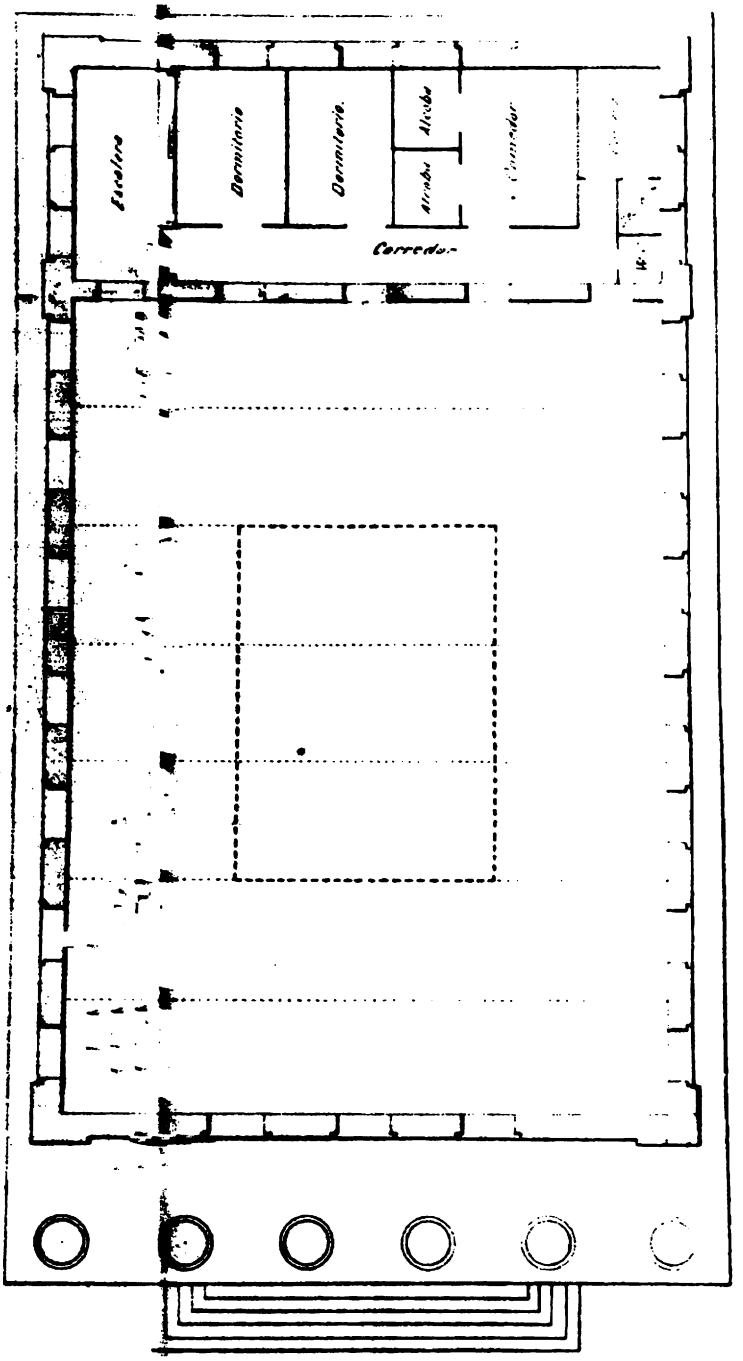


Figura 3: Plano de la planta superior.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 493-499

LA ACLIMATACIÓN DE PLANTAS EXÓTICAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE PUÇOL A FINALES DEL SIGLO XVIII[1]

Cristina Sendra Mocholí
Departament d'Història de la Ciència i Documentació. Universitat de València

Palabras clave: *Botánica, jardines botánicos, aclimatación de plantas, València, siglo XVIII.*

Exotic plants acclimatization in the Botanic Garden of Puçol at the end of the 18th century

Summary: *At the end of the 18th century, a botanical garden was established near the Archbishopal Palace of Puçol, a small town 20 km distance from Valencia city. Mainly it was dedicated to the exotic plant acclimatazion. This paper will deal with this activity: what plants were acclimatized, where they came from, and what botanical knowledge was used it.*

Key words: *Botany, Botanic Gardens, plants acclimatization, Valencia, 18th Century.*

1. Introducción

A lo largo del siglo XVIII, se fundaron en la península numerosos jardines botánicos: algunos dependientes directamente de la Corona como el Real Jardín Botánico de Madrid o el de Cartagena, otros vinculados a alguna institución de enseñanza como el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia o el del Colegio de Cirugía de Barcelona, otros pertenecientes a Sociedades Económicas de Amigos del País como los de Sevilla o Zaragoza, etc.

En este trabajo se trata de uno de estos jardines creados a finales del siglo XVIII: el Jardín Botánico del Palacio Arzobispal de Puçol, pequeña localidad cercana al mar y situada a unos 20 km de la ciudad de Valencia[2].

[1] Este trabajo ha sido realizado gracias a la ayuda y colaboración económica de la Fundación Caja Madrid.

[2] La reconstrucción de la historia científica de este jardín se incluye en una investigación más amplia que constituye mi tesis de doctorado titulada *La botánica valenciana a finales del período ilustrado (1787-1814)*, dirigida por Víctor Navarro Brotóns.

Aunque no hay unanimidad entre los distintos autores de la época, parece que su creación se debió a Francisco Fabián y Fuero, arzobispo de Valencia desde 1772 hasta 1794[3].

Este jardín, creado y sustentado por el poder eclesiástico, se dedicó al cultivo de plantas medicinales, tenía destinado un lugar «para recoger las semillas y las mismas yerbas medicinales que se distribuían gratis a todos los pueblos del contorno por un profesor de farmacia, que para solo este objeto tenían y pagaban»[4]; a la enseñanza, a él acudían «sujetos estudiosos y aplicados a la botánica» a adquirir y mejorar sus conocimientos (Lorente, 1797: 20); pero, sobre todo, a la aclimatación de plantas exóticas, de la que nos vamos a ocupar en este artículo.

2. Las plantas exóticas aclimatadas y su procedencia

La labor de aclimatación de plantas exóticas del Jardín de Puçol fue recogida por varios autores de la época. Así, Casimiro Gómez Ortega (1779: 8-9) en su *Instrucción...* se valió de la aclimatación del arroz chino de secano (*Oriza* sp.), llevada a cabo en el Jardín Botánico de Puçol, como ejemplo que mostrara la utilidad de la aclimatación de nuevas especies vegetales y la necesidad de establecer jardines botánicos en todas las ciudades y universidades españolas. Según cuenta, fue la *Royal Society* de Londres la que tomó la iniciativa de traer arroz de secano de China y distribuirlo entre distintos jardines botánicos europeos. Sólo en el jardín de Puçol, al que envió unos pocos granos, se consiguió su aclimatación.

En sus famosas *Observaciones...* (1795-1797), Antonio José Cavanilles (1795: I, 137) apuntó la de aclimatación de plantas, como el aguacate (*Persea americana* Mill.) y la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). El canónigo Francisco Tabares de Ulloa (1799) y Mariano La Gasca (1827) añadieron a la lista el cacahuete (*Arachis hypogaea* L.)[5]. El médico y naturalista francés Léon Dufour, que vivió en Valencia durante los años de la dominación francesa, señaló la existencia de plantas como el guayabo (*Psidium* sp.), el cacao (*Theobroma cacao* L.), distintas especies de yucas (*Manihot* sp.), el árbol del coral (*Erythrina corallodendron* L.), el índigo (*Indigofera sufruticosa* Mill.), entre otras muchas especies botánicas[6].

Vicente Alfonso Lorente (1797: 20-21) apuntó que aquellas plantas exóticas que por la rigurosidad del clima no podían crecer en Madrid, eran enviadas a Puçol para conseguir su

[3] Reconocen a Francisco Fabián y Fuero como fundador de este jardín: Lorente (1797: 19-20), Tabares de Ulloa (1799), 289-290 y el canónigo Lucía Mazporrota en ACV (Archivo de la Catedral de Valencia): Pahoner (1853), MS XV, fol. 37v.

[4] ACV: Pahoner (1853), MS XV, fol. 215v.

[5] Josep Maria Camarasa me facilitó la lectura de este escrito de La Gasca que se conserva en la *British Library* (Londres).

[6] Dufour (1888), 195-197. En esta obra, realizó una de las descripciones más completas del Jardín Botánico de Puçol. Debo agradecer a José Ramón Bertomeu, que copió pacientemente durante su última estancia en París éste y otros escritos de Léon Dufour, y a Josep Maria Camarasa el poder contar con esta descripción del jardín.

aclimatación. Mientras que los canónigos Tabares (1799) y, posteriormente, Lucía Mazporrota pusieron de manifiesto la existencia de una vía directa de transporte de plantas exóticas desde América a Valencia. Este último afirmó que el arzobispo Fabián y Fuero «trajo muchas plantas y árboles de la Puebla de los Ángeles en las Américas»[7].

Una aproximación más detallada acerca de la procedencia de las plantas que fueron aclimatadas y de cómo se llevaron a cabo estos ensayos de aclimatación la podemos encontrar en la correspondencia que mantuvieron los responsables del Jardín Botánico de Puçol y el primer catedrático del Real Jardín Botánico de Madrid, Casimiro Gómez Ortega, desde 1783 hasta 1788. Se trata de una colección de 26 cartas escritas por Manuel Peris, jardinero y corresponsal del jardín madrileño desde 1784, a excepción de dos que lo fueron por Pedro Redondo Portillo, antecesor de Peris en el cargo de jardinero, y por el propio arzobispo Francisco Fabián y Fuero[8].

La lectura de estas cartas confirma la función que tuvo el jardín puzolano de invernadero del Real Jardín Botánico de Madrid, al menos entre 1783 y 1788. Desde el jardín madrileño llegaban al de Puçol semillas de plantas procedentes, sobre todo, de la expedición botánica a los reinos de Perú y Chile y, en menor medida, de Puerto Rico. Llegaban los cajones de semillas a Puçol, Manuel Peris, como responsable del jardín, enviaba acuse de recibo y, posteriormente, comunicaba por carta los resultados de los ensayos de aclimatación que se realizaban con cada una de estas especies[9].

En algunas de las cartas aparece inserta una lista de las plantas nacidas de las semillas enviadas desde el Real Jardín Botánico de Madrid. Entre ellas, se encuentran: Paspalum (*Paspalum* sp.), Indigofera (*Indigofera sufruticosa* Mill.), semilla del Piru (*Schinus molle* L.), Tuya orientalis (*Thuja orientalis* L.), Berbena jamacensis flora ceruleo (*Verbena jamacensis* L.), distintas variedades de arroz chino (*Oriza* sp.), gengibre (*Zingiber officinale* Rosc.), draco o cedro del Líbano (*Cedrus libani* A. Richard). También fueron enviadas para su aclimatación algunas de las plantas a las que Gómez Ortega pensaba dedicar una disertación, como fueron la *Salvia palqui* (*Salvia* sp.) y la *Aloisa citriodora* (*Lippia triphylla* kunze)[10].

La llegada directa al Jardín de Puçol de plantas americanas, también es confirmada a través del análisis de esta correspondencia. En algunas de sus cartas, manuel Peris comenta la llegada al jardín de cajones con plantas y semillas que eran remitidas por el obispo de la Pue-

[7] ACV: Pahoner (1853), MS XV, fol. 215v.

[8] Un resumen del contenido de estas cartas ha sido publicado por Basante Pol; Castillo Tello (1982). Puerto Sarmiento (1988), 211-218, basándose en esta correspondencia, describe brevemente la labor de aclimatación llevada a cabo por el Jardín Botánico de Puçol.

[9] Carta de Pedro Redondo Portillo a Casimiro Gómez Ortega: Valencia, 22 de marzo de 1783. ARJBM: leg. I, 2, 5: 26. Carta de Francisco Fabián y Fuero a Casimiro Gómez Ortega y Antonio Palau: Valencia, 11 de marzo de 1784, reproducida en Basante Pol; Castillo Tello (1982), 134. Cartas de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega: Valencia, 26 de marzo de 1785, 7 de septiembre de 1786 y 8 de mayo de 1787. ARJBM (Archivo del real Jardín Botánico de Madrid): leg. I, 20, 4: 5 y 19.

[10] Cartas de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega: Valencia, 21 de septiembre y 18 de febrero de 1786 y 8 de mayo de 1787. ARJBM: leg. I, 20, 4: 16, 20 y 23.

bla de los Ángeles (México)[11]. El hecho de que fuera precisamente Francisco Fabián y Fuero obispo de la Puebla de los Ángeles desde 1765 hasta 1772, fue lo que le debió proporcionar los contactos necesarios para establecer esta vía de llegada de plantas americanas a Puçol. Manuel Peris relata como los ingleses apresaron un barco cerca de La Habana que contenía semillas remitidas por el obispo de la Puebla de los Ángeles. Estas semillas fueron enviadas a Londres, desde allí a Holanda, posteriormente a Málaga y, finalmente, llegaron al Jardín de Puçol[12]. Lo que resulta más difícil es conocer qué plantas constituían estas remesas procedentes de México. Sabemos que regularmente se realizaban envios al botánico madrileño. Se mandaron, por ejemplo, semillas, frutas y árboles pequeños de aguacate (*Persea americana* Mill.), matas y frutos de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.), frutas y semillas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), el árbol, la fruta y las semillas de la papaya (*Carica papaya* L.) entre otros[13]. Más aún, años después Léon Dufour comenta la existencia de plantas en el jardín desconocidas para la ciencia, como una especie de mimosa que los mexicanos llamaban árbol de la miel o una nueva especie del género *Berberis*, que cree que será utilizada en un futuro como seto en los jardines[14]. Esto nos permite asegurar, por un lado, que muchas de las plantas de origen americano que se cultivaron en el jardín debieron proceder directamente de estas remesas de la Puebla de los Ángeles, y por otro, que el Jardín Botánico de Puçol pudo actuar de centro introductor y difusor de algunas especies vegetales americanas en la península e incluso en Europa.

Por último, estas cartas nos revelan la relación que los responsables del jardín mantuvieron con otros lugares. Así, desde La Habana los capuchinos enviaron café (*Coffea arabiga* L.), aunque no se logró cultivar por no haberlo cubierto durante la noche[15]; además, se realizaron pedidos de determinadas plantas exóticas como fue la pimienta de Tabasco o malagueta (*Pimenta officinalis* Lindt.) a Cádiz; y las «anglantinas», especie parecida al jazmín, a Barcelona[16].

[11] Carta de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega el 14 de mayo de 1785. ARJBM: leg. I, 20, 4: 27.

[12] Carta de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega el 5 de abril de 1788. ARJBM: leg. I, 20, 4: 25.

[13] Cartas de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega el 3 de septiembre y 23 de noviembre de 1784; 29 de septiembre de 1785; 18 de febrero, 28 de marzo, y 7, 21 y 28 de septiembre de 1786. ARJBM: leg. I, 20, 4: 6, 7, 14, 17, 19, 20 y 21.

[14] Dufour (1888), 195-197.

[15] Carta de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega el 14 de mayo de 1785. ARJBM. leg. I, 20, 4: 27. El café, originario de África, llegó a algunas de las colonias españolas en América desde las posesiones francesas, véase Patiño (1969), IV, pp. 374-375.

[16] Cartas de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega el 13 de noviembre y 2 de abril de 1785. ARJBM: leg. I, 20, 4: 8 y 10.

3. Los saberes botánicos: el intercambio de información

Junto con las semillas y las plantas, esta correspondencia era utilizada como medio de intercambio de información. Desde el jardín de Puçol se enviaban frutos, hojas, etc. de plantas con el objeto de identificar de qué especie se trataba. Manuel Peris envió castañas de San Ignacio que crecían en la huerta de Valencia y «palo, frutas y hojas del huiaco», árbol que crecía en el jardín de Puçol. Gómez Ortega le contestó que el primero se trataba del *Aesculus hippocastanum* L. y el segundo del *Diospirus Louis* de Linneo (*Diospyros* sp.) o guayacana de Tournefort[17].

Por su parte, Manuel Peris describió diversos ensayos de aclimatación. En una de sus cartas cuenta que el arroz chino de secano fue cultivado en los alrededores de la ciudad. El resultado fue una menor producción pero con la ventaja de que podían conservarse las moreras para la cosecha de la seda. Tras este primer ensayo, muchos arroceros valencianos solicitaron este arroz. Aunque lo cultivaron a riego continuo, sacaron mayor rendimiento que con el arroz del país. Posteriormente, agricultores de Extremadura, Murcia, Orihuela y Aragón solicitaron este arroz. Finalmente, en 1785 se sembró en el jardín arroz procedente de los arrozales de Puerto Rico y de China con la finalidad de comparar ambos cultivos[18].

En otra de las cartas, realizó una descripción del árbol de la papaya (*Carica papaya* L.), a petición de Gómez Ortega. El jardinero describió el tronco, las hojas y el fruto de este árbol. Lo comparó con los que aparecen descritos y dibujados en la *China monumentis* del jesuita alemán Athanasius Kircher (ca, 1601-1680)[19] y el Hortus malabaricus del británico John Hill (1716-1775)[20]. Como vemos, Peris utilizó estas obras sobre flora asiática con el objeto de confirmar que la papaya, cultivada en el jardín de Puçol, se trataba de una nueva especie botánica de origen exclusivamente americano. Comprobó que su árbol no se parecía al

[17] Carta de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega: Valencia, 3 de septiembre de 1784. ARJBM: leg. I, 20, 4: 6.

[18] Carta de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega: Valencia, 9 de abril de 1785. ARJBM: leg. I, 20, 4: 9. Según Patiño (1969), IV, pp. 74-75, ya en 1513 se cultivaba arroz en Puerto Rico, llegándose a exportar a mediados del siglo XVIII; a finales de este siglo, sólo se mantenían pequeños cultivos para uso interno.

[19] El título completo de la obra citada por Manuel Peris es *Athanasii Kircheri...China monumentis qua sacris qua profanis, nec non variis naturae et artis spectaculis, alirumque rerum memorabilium argumentis illustrata*, Amstelodami, apud J. Janssonium a Waesberge et E. Weyerstraet, 1667.

[20] Hill fue autor de obras como *A General Natural History* (1748-1752), primera obra publicada en Inglaterra en la que se utiliza el sistema de clasificación de plantas de Linneo, o como los 36 volúmenes que forman su *Vegetable System* (1759-1775), véase Gerstner (1972), VI, 400-401. El título completo de la obra citada por Peris es *Horti malabarici pars prima,... nunc primum classium, generum, et specierum characteres Linnaeanas; synonyma authorum, atque observationes addidit; et indice Linnaeano adauxit...*, London, 1774. Se trata de la versión londinense, adaptada a la nueva botánica linneana, del *Hortus indicus malabaricus* del holandés Hendrik Adriaan van Rheede tot Draakestein (1637-1691), obra en 12 volúmenes que fue publicada en Amsterdam entre 1768 y 1703, véase Stafleu; Cowan (1983), IV, 750-753.

descrito por Kircher y que sólo guardaba cierta semejanza con el que aparecía en el *Hortus malabaricus* de Hill[21].

En otra ocasión, Peris opinaba acerca de la fecundación de las papayas. A través de sus observaciones refutó lo descrito por Linneo acerca de este árbol: «según lo que esperimentamos en ellos, recibe equivocación Linneo» ya que independientemente de que se traten de machos o hembras algunos dan frutos con semilla y otros no «pero no necesita el macho a la embra, o la embra del macho para darla»[22].

Bibliografía

Fuentes de archivo

ACV: Archivo de la Catedral de Valencia: Libros manuscritos, 391: PAHONER (1853), *Apuntamientos biográficos para el Episcolopio de Valencia continuación del de los Archiveros Pahoner e Ybañez hasta el Exmo. e Iltmo. Sr. D. Pablo García Abella que felizmente gobierna esta diócesis por el D.D. Manuel Lucía Mazporrota Canónigo Prebendado, Archivero y Dean de esta Santa Iglesia, Secretario de Cámara y Gobierno del Exmo. e Iltmo. Sr. D. Joaquín López y Sicilia, Obispo que fue de Coria, Arzobispo de Burgos y últimamente de esta Diócesis de Valencia*, Valencia, tomo XV, MS.

ARJBM: Archivo del Real Jardín Botánico de Madrid: Correspondencia Manuel Peris – Casimiro Gómez Ortega: leg. I, 20, 4: 5-10, 14, 16-17, 19, 20-21, 23, 25 y 27. Correspondencia Pedro Redondo Portillo – Casimiro Gómez Ortega: leg. I, 2, 5: 26.

General

BASANTE POL, R. M.; CASTILLO TELLO, M. M. (1982), «La correspondencia dirigida a D. Casimiro Gómez Ortega, desde Valencia en el período comprendido entre 1783-1788», *Boletín de la Sociedad Española de Historia de la Farmacia, 132*, 131-144.

CAVANILLES, A. J. (1795-1797), *Observaciones sobre Historia natural, geografía, población y frutos del Reyno de Valencia*, 2 vols., Madrid, Imprenta Real.

DUFOUR, L. (1888), *Souvenirs d'un savant français. À travers un siècle, 1780-1865. Sciènce et histoire par Léon Dufour*, París, J. Rothschild éditeur.

GERSTNER, P. A. (1972), «Hill, John». En: GILLISPIE, C.C. (ed.): *Dictionary of Scientific Biography*, New York, Charles Scribner's sons, vol. VI, 400-401.

[21] Carta de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega: Valencia, 23 de octubre de 1784. ARJBM: leg. I, 20, 4: 7.

[22] Carta de Manuel Peris a Casimiro Gómez Ortega: Valencia, 5 de abril de 1788, ARJBM: leg. I, 20, 4: 25. Las flores de la papaya, aunque generalmente son unisexuales y se encuentran en plantas separadas, pueden aparecer en una misma planta o bien, en ocasiones, presentar flores hermafroditas, véase Morton (1981), I, 596-598.

GÓMEZ ORTEGA, C. (1779), *Instrucción sobre el modo más seguro y económico de transportar plantas vivas...*, Madrid, Ibarra.

LA GASCA, M. (1827), «Sketches on the Botanical, Horticultural, Agronomical anr Rural Circumstances of Spain: V. On the Gardening and Botany of Spain. By D..., late Professor of Botany in the University of Madrid», *The Gardener's Magazine, 2*, 393 y ss.

LORENTE Y ASENSI, V. A. (1797-1798), *Cartas dirigidas a D. Agustín Juan y Poveda, catedrático director del Real Jardín Botánico de Cartagena, sobre las observaciones botánicas que ha publicado D. Antonio José Cavanilles*, Valencia, José Estevan.

MORTON, J. F. (1981), *Atlas of Medical Plants of Middle America*, Springfield-Illinois, C.C. Thomas Publisher, 2 vols.

PATIÑO, V. M. (1963-1974), *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial*, Cali, Imp. Departamental, 6 vols.

PUERTO SARMIENTO, F. J. (1988), *La ilusión quebrada. Botánica, sanidad y política científica en la España Ilustrada*, Madrid, Serbal, CSIC.

STAFLEU, F. A.; COWAN, R. S. (1976-1986), *Taxonomic literature. A selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types*, Utrecht / Antwerpen, Bohn, Scheltema & Holkema, W. Junk b.v., Publishers, 2a. ed., 7 vols.

TABARES DE ULLOA, F. (1799), «Del Cacahuete o Maní de América», *Semanario de Agricultura y Artes dirigido a los párrocos, 5*, 289-294.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 501-510

ARCHAIC ORE MELTING FURNACES OF EXCEPTIONAL HISTORICAL VALUE, WHICH WERE USED IN THE CARPATHIAN-DANUBIAN SPACE. TECHNICAL, HISTORICAL, EPISTEMOLOGICAL, METHODOLOGICAL, MUSEOLOGICAL AND AXIOLOGICAL ASPECTS

Liviu Alexandru Sofonea
University of Brasov, ROMANIA

Summary: *The paper describe and analyses a few archaic furnaces discovered near the mining centre of Ghelari, district of Hunedoara, Romania, which were used by technicians for a long time to melt iron ores. The oldest furnace was built in the Middle Ages.*

Key words: *archaic ore melting furnaces, Romania.*

The ore melting furnace* (iron and others) from the Early Middle Ages

The characteristics of the technically remarkable artefact, $A^{Tech.} = C_{H.I.}^{melt.ores.}$ (figures 1, 2, 3, 4) are the following [1]-[11], [13]-[14]:

- It was discovered in the year 1895 on a side of a hill near Ghelari[1, 2, 3], the district of Hunedoara: the place where it was discovered is called *Valea Caselor* (the Valley of the Houses)[3, 4].
- Iron mines[1] were discovered and exploited in the area of Ghelari: in Antiquity (the Dacian[5 - 11] and Dacian-Roman[11] periods), the early Middle Ages, the Middle Ages, later[12].
- It was (plausibly) used during the 9th century and later [13, 14, 15-22].
- It (plausibly) consisted of: high hearth, of a tronconic shape, the upper side diameter was $D = 2R \approx 0.65$ m, the basis diameter was $d = 2r \approx 0.33$ m, the height was $H \approx 1.8$ m; at the upper side the furnace had an opening through which ores and charcoal were introduced, a cover, an opening (under the cover) which made the connection with the funnel through which the bunt gases came out, the funnel was tilted, buried in the side of the hill, the funnel was (relatively) long ($1c \approx 1$m), it

* In the Romanian language *cuptor*; is noted C.

also had a loading platform, a side inlet through which air was blown and thus the fire was activated.

- Operational characteristics: the furnace cross section was (relatively) small, the output of molten material was (relatively) small, the height of the furnace was (relatively) big, the burnt gases exhaust funnel was (relatively) long, the (natural) draught was strong, the reached temperature was (relatively) high.
- The use of the furnace (certainly) lasted a long time: a piece of cast iron was found inside the furnace[23, 24].

The time when the furnace was built (established by means of archeological and historico-morpho-functional arguments) is approximated.

The reconstitution and the sketch (idem) of the archaic furnace were done in 1906 by LATINÁK GYULA, who published the results of his research in the paper entitled: (1906) «A vajdahunyadi m.k. vasgyár és tartozékai», *Bányászati és Kohászati Lapok*, XXXIX 13, 3 and following; the reconstituted sketch is figure 1.

Considerations on this chronological sequencing and reconstitution are also presented in (1903) *Natura*, 6, 38, and in MOROIANU, D.; STEFAN, I.M. (1963) «*Focul Viu*»/«The Living Fire», Bucuresti, Editura Tehnicã, PILLY, N. «From the Past of Cast Iron Production», *Metalurgica*, 18 (11) 642-643, CHINDLER, N.; POPAS, S. (1969), «*Contributii la istoria metalurgiei feroase în imprejurimile Hunedoarei*»/«Contributions to the History of Ferrous Metallurgy in the Areas around Hunedoara», *Metalurgica*, 21 (5) 313., MAGHIAR, N.; OLTEANU, ST. (1970) «*Din istoria mineritului în România*»/«From the History of Mining in Romania», Bucuresti, Editura Tehnicã, 102.

The researchers who studied this «*casus*» showed that this reconstituted archaic furnace has certain operating, functional and typological features which determine the «type» which can be compared (i.e. it displays certain similarities, analogies, differences respectively) to certain known archaic furnaces discovered in various regions in Europe, dated (reasonably accurately) and characterized (idem)[15, 16]. $C_{H.I.}^{melt.ores}$ is compared with:

a. furnaces named Catalan (Corsican): such furnaces had a circular shape, were lined with stones, were widened towards the outside (they were shaped like a square well), the air (necessary for the intensified burning) was produced by some manually operated (non-hydraulic) bellows, the air draught was injected in the furnace from bottom to top; such technical systems were used (attested; relatively frequent) in the French-Spanish area of the Pirinei mountains (Ariège, Navarra and others) in the early Middle Ages (attested in the 10th and 11th centuries and later);

b. typical furnaces of the 16th century [16, 17, 18, 19];

b.1. *Rennfeuerofen*: there is an over-raised hearth[20], of a small size at the level of the ore and slag outlet, on this hearth there was kept the unprocessed iron obtained in the hot furnace, the unprocessed iron obtained in the hot furnace, the unprocessed iron kept on the high hearth was cooled, the slag was drained through the furnace outlet;

b.2. *Stückofen*: the hearth of this furnace has a square section, it is (exclusively) built of stone, the opening in the upper side is wider[21], the body of the furnace is covered (with a clay wall/clay blocks) when the «charge» of molten iron ore was formed in the furnace, its users

would break it and take out the product (*Stück*)[22], when the furnace was next used it had to be covered again and re-filled with ore, heated and broken and the products (*Stück*)[22] taken out again.

c. It is noted that:

c.1. Certain historical-morpho-operational features – i.e. the «kind», of «the Catalan furnace», C.C., are common with those of the «Hunedoara ancient furnace» $C_{H.I.}$; the operating and the extraction principles.

c.2. It is noted that certain historical-morpho-operational features – i.e. the «kind» of the «Hunedoara ancient furnace». C.H. are different from those of the «Catalan furnace»; they are more primitive.

c.3. It is noted that the main historical-operational features – i.e. the «kind» of the «Hunedoara ancient furnace», C.H., are different from the «Renaissance furnaces» [16], C.R.

d. It is (probably, orientatively) evaluated: «the Hunedoara archaic furnace», $C_{H.I.}$, was built and used before any of the oldest «Catalan furnaces», C.A.C. = C.C.: therefore, it dates (idem) back to the historical *Tempus* period T » centuries IX-X p.J.Ch.

The building of replicas, in natural size of this remarkable technical artefact and their proper social valorification[25, 26, 27-40] is, in our opinion, highly necessary: it must be made as soon as possible by very active and hardworking experts.

Another archaic furnace was found in the 1981 also near Ghelari, judetul Hunedoara; it is dated by Lazãr Mucea who suppose that it was built in XVII century (figures 5, 6). The existence of these archaic paleo-mediaeval furnaces certifies that in the area of Hunedoara there was a significant social activity, emphasized by superior technical activities: such forms of social *modus vivendi* continued during the following centuries[41].

Final notes

1.The iron ore mining and the extraction of iron by metallurgical processes (foundries) have been carried out in the area since ancient times; a) (probably) as early as the Pre-Dacian period; b) (plausibly) since the Dacian period: there are visible traces attesting it; c) (certainly) since the Roman period: there exist furnaces, slag dumps, and others.

2. Important non-ferrous ores (gold, silver, copper, zinc and others) were not found near the archeological site where this (paleo-mediaeval) arte-fact was identified; such ores (gold, silver) were identified and processed in ancient times, the Middle Ages and later[12], in the neighbouring areas, in the mines in the Apuseni mountains: the «Ardelean quadrulater» including Bãita, Barza, Brad, Abrud (*Auraria Major*), Zlatna (*Auraria Minor*) are at about 50 km away from this *situs*.

3. The origin of the toponim (plausibly) is: the name of the hill (in the Romanian language *deal* –the inhabitants of Ghelar are those from the «*Gheal*» (people living in the hill: *deleni*/hill-people).

4. The name of this place (explicitly) indicates that there were inhabited houses in the neighbourhood, in relatively old historical periods (probably during the Middle Ages and later as well).

5. At Sarmisegetuza Regia (Kogaionon) which (plausibly) was the capital of the Dacian Kingdom (during the reign of king Burebista[6] (he died in the year 44 b.J.Ch.), during the reign of king Decebal[7] (who died in the year 105 a.J.Ch.) several big iron lumps, «*lupe*», were discovered by metalographical analysis; they come from the Ghelari mines [the identification is verisimilar: a) traces od some old iron mines were found in the Ghelari area, b) there had/has not been another area with iron ore in the neighborhood, c) the comparison (of the substances of these ancient lumps with those of some typical ores from Ghelari) was possibly metalographical analysis, d) the ore was transported (from the mining sites to the surface and from the entrances of the mines to the processing areas i.e. furnaces, workshops) (covering distances of about 50 km on rough roads) using the transport means of the period: (plausibly) there were used thick cloth sacks, baskets, throughs, chutes, pulleys, «wooden boxes» – i.e. carriages with thick wooden wheels (rollers) which were moved on wooden tracks (quasi-rectilinear), sleighs, carts; the used moving force (pull-push) was human (workers, soldiers, slaves, convicted), animals (horses, oxen, dogs); was also used the hydraulic power of certain waterfalls (to wash, move mill wheels, crash ore, move charges and others).

6. The «classic» period – i.e. 1st century b.J.Ch. was, during which the state fully extended and the Daco-Getic culture and civilization reached its peak.

7. The final period – i.e. 1st century a.J.Ch. – before Dacia was conquered by the armies of the Roman Empire[8] led by Emperor Traian (around 52-77) [10].

8. The second Dacian war[9] ended with the conquest of the capital[10], the capture[11] and death of the king and the beginning of colonization of this new province of the Roman Empire.

9. The conquest of Dacia (the surrender of the chiefs of certain fortresses, the moving of the inhabitants of fortified places and other aspects in Dacia) are represented on the bas-reliefs of Traian's column in Rome.

10. Detailed written descriptions of the two wars between the armies of the Roman Empire and those of the Dacian kingdom are not known; the diary of Emperor Traian (entitled *De Bello Dacico*) is mentioned in certain works written during the Antiquity, but the original text was lost: no recent copies have been preserved. A single phrase has been preserved (given as an example by the grammarian-rhetor teacher Priscian in the 3rd century a.J.Ch.) which includes only a piece of geographic information (*Inde Berzobis deinde Aexim processimus*).

11. The first stage was *Dacia capta*, when the armies of the Roman state led by Emperor Traian, the first provincial to become the highest leader of the largest *regnum Anticum* and declared by the Senate and the people *optimus princeps* destroyed the strongest «barbarian» state of the period.

12. Up to the present.

13. Certain authors believe that this furnace-relic (or similar ones, not preserved) were built as early as the 1st century a.J.Ch..

14. According to the dating of the stratigraphic characteristics of the site where the artefact was found: in the «archeological context» no clues for dating have been found[I]: therefore, the dating, based on specific arguments (archeological[II], historical, morpho-functional) is rather arbitrary.

15. The existence of these typical archaic furnaces is well documented (various mentions in medieval documents, rigurous researches which describe and analyze them: Bi-

ringucio, *Pyrotechnica*, 1540, and others).

16. The painting of Ioachim Patenier (1485-1545)[17], the classical Saxon scholar Giorgius Agricola Georg Baur (1494-1551) in his monumental treatise-work *De re metalica libri* XII, book IX, fol.330, published in 1556 in the Latin language and in 1557 in the German language, princeps edition: Vanuccio Biringucio, Pyrotehnica, 1540[17].

17. A documented study of the evolution of the iron ore reduction furnace was carried out by the researcher V. Wolman; it is entitled Instalatii si procedee pentru obtinerea directã a fierului si a efectului prin reducerea minereului – «Equipment and Techniques for the Direct Production of Iron and for the Effect of Ore Reduction». This paper was not published. A few researchers could read the manuscript and were given informartion from the author himself).

18. Renaissance: C R.

19. They were built and used in certain areas in the Alps and Carpathian mountains.

20. The technical term in German is *Vorherd.*

21. The furnace resembles the Scandinavian peasant furnace called Osmund. The *Stückofen* type furnace consists of two Osmund type furnaces.

22. Such furnaces therefore had to be broken when each *Stück* was taken out: they were single use machines producing iron charges.

23. The existence of this part found on the hearth bottom also indicates that this artefact was used until «the last moment» (when it was abandoned; later it was covered with a layer of earth, which allowed for its long-term preservation); the micro-physical structure and the chemical composition of this parts is very similar to that of some pieces of cast iron produced from melting other iron ores in the region.

24. These morphological features are those of the artefact rebuilt of the original materials.

25. Some replicas are displayed in various museums: that of metallurgy in the Hunedoara works, The Technical Museum Dumitru Leonida in Bucharest, the Museum Civilizatia Traditionalã Popularã (Folk Tradition Civilization) ASTRA in the Dumbrava Sibiului.

26. The display of this artefact in several *museum vivum* should be accompanied by adequate informative appendices: (multilingual) inscriptions with explanations (essential; clearly presented), leaflets, photographs, mini-replicas; this information should be included in books, guides, almanacs and others.

27. The reconstitution (from original materials) was made after the primitive furnace was discovered *in situ* in order to achieve an expressive piece, that could be exhibited (in museums, exhibitions)[28, 29, 30].

28. I do not know the names of the persons who made the discovery (in 1895) neither of those who reconstructed it (idem).

29. The original (with certain reconstitutions from original materials)[30, 31] was purchased by the custodians at the Science Museum in London[32].

30. I am not familiar with the detailed circumstances under which the original (idem) was brought from its original place to the Science Museum: being interesting, the artefact was exhibited (I do not know exactly under what circumstances) at an international exhibition in Buda-Pest in 1897 (capital city where several exhibitions were organized as part of the *Millenium* festivities celebrating the settlement of Hungarian nomad tribes in Panonia), at this exhibition it was remarked by experts (engineers, historians, purchasers, business people, cultivated people, and others) who made an advantageous offer to the persons who owned

this relic (found on the territory where there were iron mines whose products were used by the Metallurgical Works in Hunedoara[31]); the owners agreed to sell it to the experts, who took the part to Great Britain (I am not aware of the history of the part, neither of the way and date when the existing exhibit was displayed in the Science Museum).

31. Hunedoara works began to be built in 1882; the first furnace was set into operation in 1884.

32. In the Science Museum there is displayed a miniature copy[33] (the scale is of approximately 1/4) of the original furnace rebuilt (idem) (figure 2) with a short inscription. (I am not familiar with the documentary sources used to make the model in England.)

33. I do not know whether the rebuilt original (idem) still exists (and is kept in a storehouse) or was destroyed; in my opinion this rebuilt –original still exists in a storehouse of the Science Museum[34].

34. The custodians from The Science Museum appreciated the value of this old exhibit and specifically included it in the structure[35] of this Technical Pantheon:

a. the evolution of metallurgy (iron and others) is (quasi) chronologically[35] presented: there are (specifically) presented important exhibits, patterns, «museum recallings» from different (quasi-consecutive) stages and significant areas;

b. «the Hunedoara furnace» $C_{H.I.}$, was exhibited (in 1992) as a size 1/4 model, in the Iron and Steel Gallery Department[35, 36] in the first room*;

c. this complex display is the second complex artefact displayed in chronological order: the first exhibit is a rudimentary furnace with primitive bellows which was used (many centuries ago[37]) in the Sudan[38].

d. The model of the furnaces is the first one in a show case[39]; the generic inscription mentions the significance of the exhibit (primitive iron furnace), the detailed inscription specifies the place where the exhibit was found and its age[40]: model of primitive iron melting furnace found near Gyalár Hungary (*sic*) probably dating back to the 9th century (*sic*). The furnace had been cut of solid rock and was semicircular in form, the front being up with dressed stoned. In the models technical file of Science Museum are given the inventory coordinates (the date when the model was made: 1925; the serial number 115) and some short technical information (figure 3, 4).

1. Certain exhibits are relatively accurately dated (period, century, a.s.o.), others are very accurately dated (in the place where the exhibit was found accurate «chronological clues» were also found: coins, historical references and others).

2. An inscription specifies: this gallery has been developed with the aid of the British Steel Corporation together with other organizations in the British Iron and Steel Industry.

3. In the «primitive era».

4. A similar system is still used in the 20th century in certain areas in the Sudan.

5. The second case window.

6. Assumed by custodians: according to the estimations made by the researchers who studied the relic *ab initio* (Latinák Gyula, and others).

7. In the neighborhood of Hunedoara, in the Western Carpathians area robust trucks were used from very remote times (vaggons: carriages; made mainly of wood, the rails, the switch of systems); the structure of the boxes, the use of some very ancient «mining trucks» is certified beyond doubt by the preservation of these venerable technical artefacts kept nowadays in Verkehrs und Baumuseum in Berlin and Deutsche Bergbau Museum in Bochum, Germany.

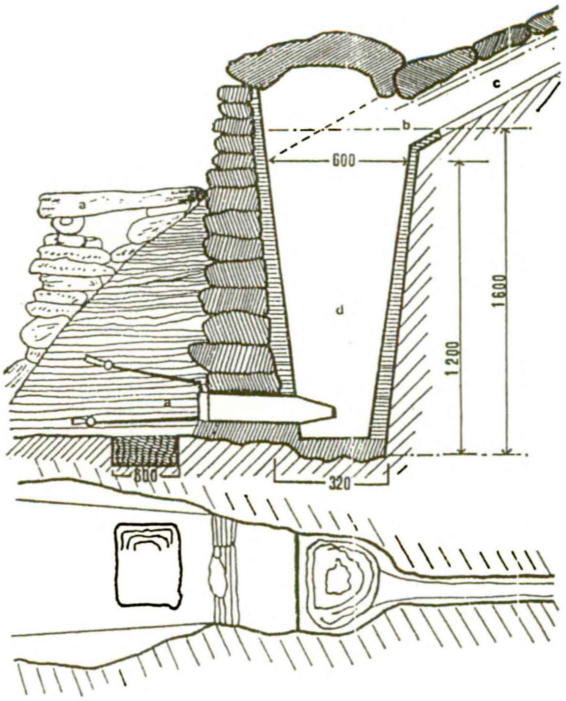


Figure 1. Sketch of archaic furnace, $C_{H.I.}$: transverse section.

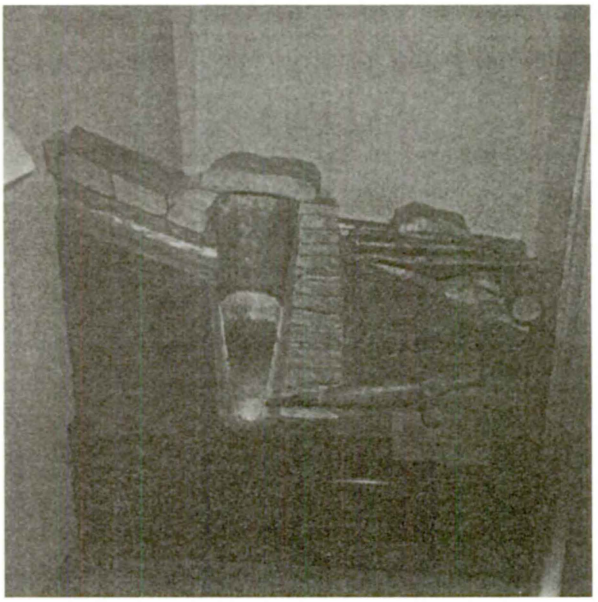


Figure 2. Image of the $C_{H.I.}$ archaic furnace replica kept at the Science Museum in London.

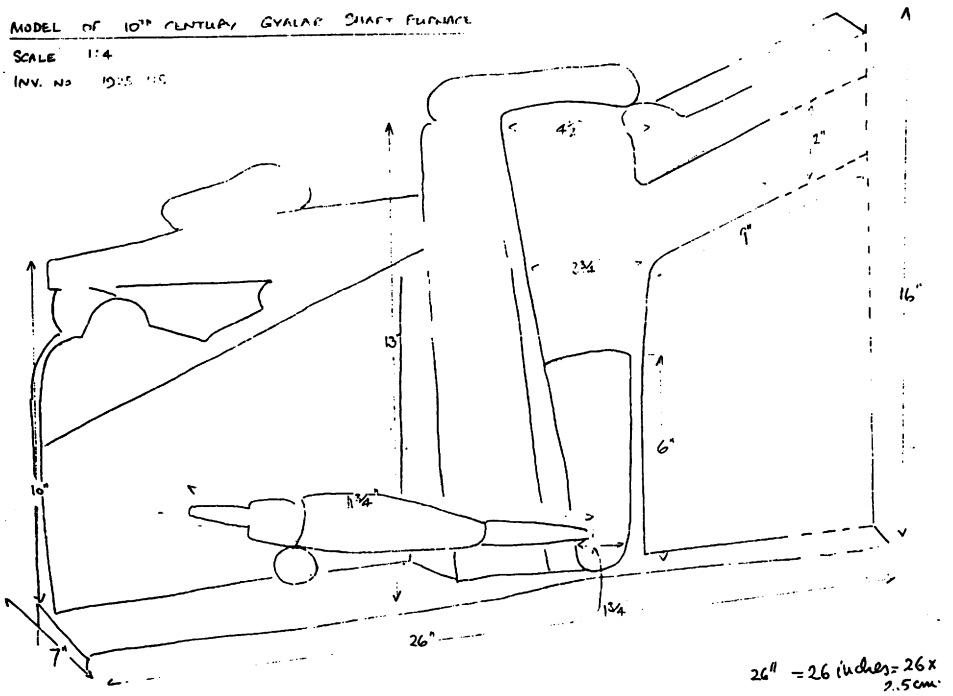


Figure 3. Sketch of $C_{H.I.}$ archaic furnace in the Science Museum records.

ANCIENT IRON BLAST FURNACE.

(Scale 1 : 4.)

Made in the MUSEUM.

This is a sectional model of an old furnace found near Gyalar, in Hungary, and exhibited at Budapest in 1897. It is believed to date back at least a thousand years.

The furnace had been cut out of the solid rock and was semicircular in girth, the front being built up with dressed stones.

The furnace was 2 ft. in diameter at the chimney and 1 ft. outside at the bottom of the hearth. The total depth was 5 ft. 3 in. The lower portion of the furnace was lined with refractory material. The blast was introduced through a pipe passing through the lower part of the front wall. The bloom of iron was probably removed through an aperture made at the bottom of this wall, though the original description of the furnace does not make clear precisely how this was carried out. The furnace was provided with a cover, and a charging platform. A mass of iron was found in it.

Inv. 1925—115.

Figure 4. Inscription referring to $C_{H.I.}$ archaic furnace.

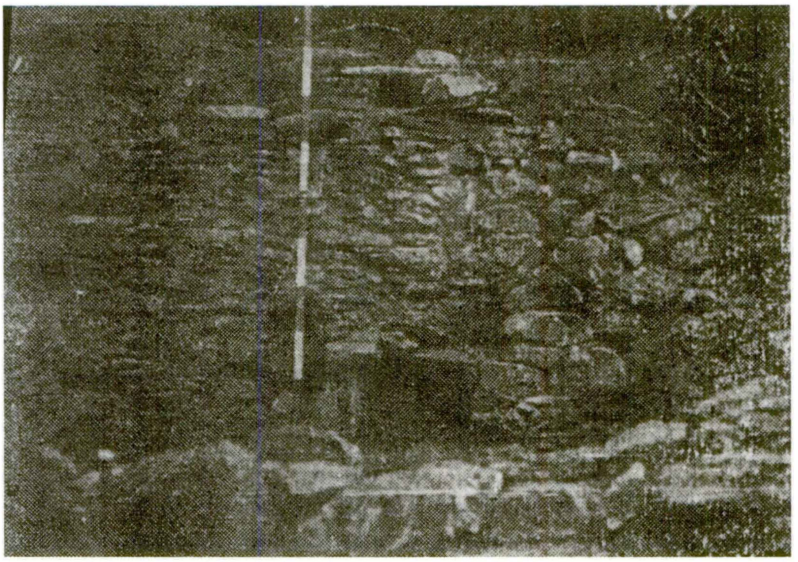


Figure 5. Photograph of $C_{H.II} = C_{H.R.}$ archaic furnace.

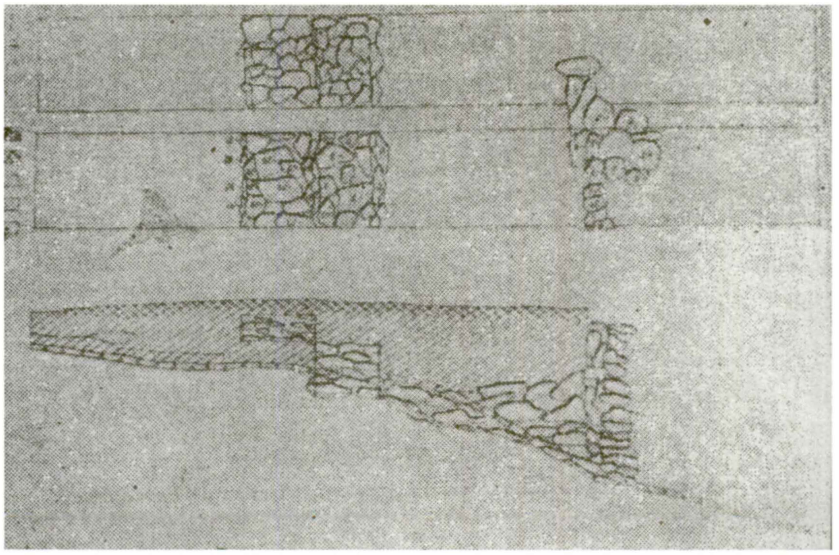


Figure 6. Sketch of $C_{H.II} = C_{H.R.}$ archaic furnace.

Bibliography

AGRICOLA, G. (1912), *De re metalica*. trad. H.Hoover, London.
BĂLAN, St.; MIHĂILESCU, N.St. (1965), «*Istoria Stiintei si Tehnicii în România, date cro-*

nologice»/«The History of Science and Technology in Romania. Chronological Data.», Bucuresti, Editura Academiei R.S.R.
BUCHANAN, R.A. (1994), *«The Power of the Machine. The Impact of Technology from 1700 to the Present»*, London, Penguin Books.
DERRY, T.K.; WILLIAMS, T.T. (1960), *«A Short History of Technology»*, Oxford
LAZAR, M. (1982), «Aspecte ale prelucrării fierului la Ghelari (judetul Hunedoara) în Evul Mediu, în lumina recentelor cercetări arheologice»/«Aspects of Iron Processing at Ghelari (District of Hunedoara) during the Middle Ages, in the Light of Recent Archeological Researches», *Sargetia, 19*, 22-30.
LÁZÁR, I. (1992), *«Histoire illustré de Hongrie»*, Békéscsaba, Corvina Imprimerie Kner S.A.
MAGHIAR, N.; OLTEANU, St. (1970), *«Din istoricul minieritului în România»/«From the History of Mining in Romania»*, Bucuresti, Editura Tehnicã
MOROIANU, D.; STEFAN, M.I. (1963), *«Focul viu. Pagini din istoria inventiilor si descoperirilor românesti»/«The Living Fire. Pages from the History of Romanian Inventions and Discoveries»*, Bucuresti, Editura Tehnicã
MOROIANU, D.; STEFAN, M.I. (1976), *«Maestrii ingeniozitãtii românesti»/«Masters of Romanian Ingenuity»*, Bucuresti, Editura Tehnicã
PATAKI, I. (1973), «Domeniul Hunedoara la începutul secolului al XVI-lea»/«The Domain of Hunedoara at the Beginning of the 16th Century», Bucuresti, *A.I.I.C., I-II*, 135-149.
PRODAN, D. (1958-1959), «Productia fierului pe domeniul Hunedoarei în secolul al XVII-lea»/«Iron Production on the Domain of Hunedoara in the 17th Century», *A.I.I.C., I-II*, 7-30.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 511-519

LA PRESÈNCIA DE LA CIÈNCIA EN LA PREMSA PERIÒDICA VALENCIANA EN 1898

Amparo Soler Saiz[1]; José Vicente Aledón Andújar[2]; Libertad Caparrós Bayarri[2]; Aitana Chàfer Andreu[2]; Juan Antonio Fernández Carballo[2]; Daniel Gozalbo Gimeno[2]; Manuel Mínguez Bori; Gerardo Mora Rubio[2]; Sergio Rodríguez Mimbiela[2]; Vicent L. Salavert Fabiani[1].
(1) Institut d'Estudis Documentals i Històrics sobre la Ciència. CSIC-Universitat de València; (2) Universitat de València.

Paraules clau: *difusió de la ciència, premsa periòdica, València,* El Mercantil Valenciano, Almanaque de las Provincias, *segle XIX.*

The presence of science in 1898 Valencia's newspaper.

Summary: The aim of this paper is to approach to the process of the popularization of science in the Valencian society through the selection and processing of the news relating to science in the liberal daily «El Mercantil Valenciano» (441 items) and the conservative yearbook «Almanaque de las Provincias» (56 items) in the year 1898. The authors find some important differences between both newspapers.

Key words: popularization of science, newspaper, València (Spain), *El Mercantil Valenciano, Almanaque de las Provincias,* 19th century.

1. Introducció

Al llarg del segle XIX, l'activitat cientificotècnica començà a ocupar un lloc cada cop més predominant en els ambients socioeconòmics del món occidental a causa dels seus progressos que estaven invadint les esferes més domèstiques de la població, des del treball fins a la salut, passant per la higiene pública, la il·luminació i la calefacció. Fou per això que, com ja han posat de relleu diversos investigadors, la ciència i la tècnica començaren a atreure l'atenció d'un dels grans fenòmens de la societat contemporània: la premsa de notícies, i esdevingué matèria informativa. En aquest treball intentarem ampliar el nostre coneixement sobre el tema a través de l'estudi de dues publicacions de signe molt diferent. Per un costat, el diari liberal *El Mercantil Valenciano,* i per l'altre l'anuari que editava l'empresa de posició conservadora: l'*Almanaque de Las Provincias*. En

aquesta ocasió només ens centrarem en l'any 1898, que hem triat per la seua transcendència política[1].

2. La premsa valenciana de la Restauració

La premsa de notícies valenciana durant la Restauració va caracteritzar-se per la inestabilitat, tant a causa de la censura com per l'efímera vida de moltes de les publicacions, com ara *El Diario de Valencia* i *Las Noticias*, fundats el mes de maig i que no varen acabar l'any[2]. En quant a les publicacions ací estudiades, *El Mercantil Valenciano* havia nascut el 1834 amb el nom de *Diario Mercantil de Valencia,* amb l'objectiu de respondre a la necessitat d'informació per part de la nova burgesia, i va aliniar-se junt amb el liberalisme progressista. *El Mercantil Valenciano* nasqué el 1872, lligat al republicanisme i els demòcrates progressistes, front al moderantisme restauracionista representat per *Las Provincias*; que acabava de comprar l'anterior diari.

Las Provincias havia estat fundat el 31 de gener de 1866 per Teodor Llorente, quan va comprar a Josep Campo –amb el compromís de canviar-li el nom– *La Opinión,* diari que havia utilitzat per catapultar la seua carrera política, però que un cop aconseguides les seues aspiracions de representació a Madrid, va abandonar-ho, de forma que *Las Provincias* va aglutinar les sensibilitats conservadores de l'oligarquia valenciana. L'any 1880, la direcció va decidir de confeccionar un anuari, que seria regalat als suscriptors, i que pretenia oferir un resum de la realitat periodística de l'any. La seua presentació en forma de llibre manifesta clarament la seua finalitat: superar el caràcter efímer del diari i buscar un lloc en les prestatgeries de les biblioteques de la burgesia benestant i conservadora valenciana[3].

3. Les notícies cientificotècniques: balanç quantitatiu

Recordem que les nostres fonts no tenien una vocació científica, sinó que estem davant de publicacions de caràcter noticiós. Dit això, trobem una clara diferència: *El Mercantil Valenciano*, se centra en les informacions de caràcter polític, econòmic i social, front a les qüestions culturals, predominants a l'*Almanaque*.

El Mercantil tenia quatre pàgines, la primera s'ocupava de forma preferent de notícies de caire polític, la segona pàgina era dedicada de forma gairebé exclusiva a petites notícies locals; la tercera incloïa el que ara consideraríem seccions, com ara previsions meteorològiques, notícies comercials, moviment del port, etc., més algun petit anunci, i la quarta contenia la publicitat del diari.

[1] Trobareu una aproximació específica, amb un ús abundant de la informació hemerogràfica, sobre la València de 1898, en Pérez (1998).

[2] *Almanaque de Las Provincias* (1899), p. 177.

[3] Vegeu Altabella (1970), Laguna (ed.) (1990), Serna i Pons (1997), Laguna i Martínez (coords.) (1992).

L'activitat cientificotècnica, excloent els anuncis publicitaris, va merèixer l'atenció dels responsables d'*El Mercantil Valenciano* en 441 ocasions, que s'hi distribuïren cronològicament de la següent manera:

TAULA NÚM. 1: Distribució de les notícies cientificotècniques per mesos

Gener	19	Juliol	80
Febrer	12	Agost	55
Març	25	Setembre	37
Abril	53	Octubre	19
Maig	41	Novembre	43
Juny	36	Desembre	14

(FONT: *El Mercantil Valenciano* any 1898)

L'*Almanaque de Las Provincias* tenia un caràcter menys conjuntural que el diari, ja que els seus periodistes tenien ja la perspectiva de tot un any i per tant, estaven menys constrenyits per la pressió de l'actualitat, de forma que els actes socials tenien un lloc privilegiat. L'*Almanaque* de 1899 té 335 pàgs., al llarg de les quals trobem distintes seccions. Comença amb el calendari, santoral, pronòstics i observacions meteorològiques, a més d'informacions al voltant dels diferents impostos i serveis (p. 1-48). A continuació, la secció *El año 1898 en Valencia* recull una selecció de notícies breus organitzades per mesos, i la nòmina dels representants polítics (p. 49-78). Després, un conjunt d'articles llargs de tot tipus, majoritàriament de contingut cultural, que venen separats per poemes i algun conte. S'acaba amb informacions bibliogràfiques i hemerogràfiques (p. 177-179 i 309-320), i una ressenya necrològica de les personalitats finades al llarg de l'any (p. 321-329). En síntesi, les notícies que hem inventariat fan un total de 56, que suposa el 18.58 % del total de la informació recollida, que s'hi reparteixen així:

TAULA NÚM. 2: Distribució de les notícies cientificotècniques per disciplines

Disciplines	EMV	%	ALP	%
Medicina	122	27.66	16	28.57
Serveis	120	27.21	10	17.85
Agronomia	70	15.87	7	12.50
Presència social	51	11.56	9	16.07
Físicomatemàtiques	25	5.66	9	16.07
Tècnica i indústria	42	9.52	5	8.93
Química	11	2.49	–	–
TOTAL	**441**	**56**		

(FONT: *El Mercantil Valenciano* any 1898 i *Almanaque de Las Provincias 1899*)

Un cop més, s'aprecia l'enorme pes social de la medicina, no sols pels avenços que va experimentar en aquesta època, sinó per la preocupació humana vers la salut. També resulta excepcional l'atenció prestada a la modernització urbanística de la capital, amb la implantació de noves infrastructures: vies de trànsit, il·luminació i serveis domèstics, tot en funció del progrés d'unes ciutats que veien com els seus espais més pròxims canviaven la fisonomia. Ara bé, una cosa és l'aproximació quantitativa i l'altra és la pròpia percepció de

les coses que tenen els contemporanis. El dia 13 de desembre, *El Mercantil Valenciano* publicava l'article «El progreso científico en los últimos diez años», que recull una llista amb els descobriments més notables: la tracció elèctrica per als trajectes per ferrocarril de llarg recorregut, el cinema, els raigs Roentgen que possibilitaven radiografiar l'interior del cos, la turbina Laval que permetia major pressió a les màquines de vapor, el motor dièsel, el carbur calcari del qual s'extreia gas acetilè, l'aire líquid, el telègraf sense fils, els corrents de gran freqüència, les bicicletes i l'automòvil, al qual li auguren un gran futur.

4. La medicina

La brigada sanitària municipal feia pública mensualment al *Mercantil* la memòria de les seues activitats en matèria d'higiene i salubritat. A més, durant l'estiu, davant el perill de les infeccions, s'informava a la població de les mesures que calia adoptar, s'hi recollien les queixes avisant de la insalubritat d'aigües estancades i s'advertia sobre aliments en mal estat.[4]

TAULA NÚM. 3: Distribució de les notícies sobre medicina per matèries

Matèries	EMV	%	ALP
Higiene pública i privada	56	45.90	7
Professionals	27	22.13	2
Terapèutica	17	13.93	–
Patologies	16	13.11	–
Referències bibliogràfiques	3	2.46	7
TOTAL	**122**		**16**

(FONT: *El Mercantil Valenciano* any 1898 i *Almanaque de Las Provincias 1898*)

Juntament amb les informacions referides a una de les malalties que més preocupaven a la població de l'època: la ràbia, en aquest any, un problema greu s'hi va afegir: la repatriació, a partir d'agost, dels contingents militars, entre els quals la febre groga feia estralls i exigia l'organització de llatzarets per instal·lar els afectats i evitar que l'epidèmia s'escampara pel país. També, es donà informació sobre la lepra, la pulmonia i la tuberculosi –que tenia en el Dr. Moliner un dels seus més ardents enemics–, les afeccions nervioses, la pulmonia i, les malalties tropicals, en referir-se a la campanya a Cuba[5].

També tingué un seguiment preferent la celebració el mes d'abril del Congrés Inter-

[4] *El Mercantil Valenciano*, 6-II; 4-III; 3 i 31-V; 3-VI; 6 i 9-VII, 1, 2, 5, 6 i 12-VIII; 4-IX; 14 i 22-XII.

[5] *El Mercantil Valenciano*, 1 i 3-IV; 23-VI; 10, 15, 16, 17, 18, 22 i 31-VII; 11, 12, 22 i 23-VIII; 4, 16 i 27-IX; 6-X (notícia sobre els descobriments de Koch contra la malària); 1, 2, 3, 4, 5, 22 i 24-XI; 20-XII. *Almanaque de Las Provincias* ps. 53-54, 67, 71, 73 i 74. Vegeu Salavert i Navarro (1992), 125-140, i Bàguena (1998). El març, el Dr. Moliner va presentar-se a les eleccions generals de diputats a Corts, amb un programa centrat en la lluita contra la tuberculosi. Els més de 3.500 vots aconseguits eren poc menys que la meitat dels dos primers amb dret a escó.

nacional d'Higiene i Demografia a Madrid, el secretari general del qual era el senador nomenat per la Universitat valenciana: Amalio Gimeno.[6]

Les qüestions professionals varen assolir un lloc d'excel·lència. Per un costat, algunes figures són presentades com a grans terapeutes, capaços de guarir fins i tot les malalties més mortals, en una clara manifestació de publicitat encoberta, de la qual també participaven diferents medicaments, especialment el Guayacol; per l'altre, el 14 d'abril va publicar-se el decret que establia els col·legis especials de metges i farmacèutics, que donà lloc a distintes iniciatives per tal de censar els professionals sanitaris, que arribaven a 1068 metges a la província de València.[7] Per fi, l'ensenyament en les aules universitàries i l'educació sanitària de la població, anà fent-se un lloc a les pàgines del diari: l'estudi bacteriològic del director del Laboratori municipal José Pérez Fuster, l'edició per part de l'Ajuntament de l'obra del dermatòleg Manuel Zuriaga al voltant de la contagiositat de la lepra o la cartilla didàctica *Madre e hijo,* per a l'educació de la mare. La informació bibliogràfica era més àmplia a l'*Almanaque* (3 revistes i 4 llibres): una topografia de València com a estació termal, una agenda d'hidrologia mèdica, un tractat sobre l'apendicitis i unes nocions d'higiene.[8]

5. Serveis

Estem en ple període d'expansió urbanística i de creació d'una xarxa de serveis, com l'electrificació de diferents pobles del País Valencià, que servirà per substituir les fonts d'energia de la maquinària, sobretot agrícola, al món rural, i que també s'introduïa en centres sanitaris, com l'Hospital Militar. Així mateix, són habituals les informacions sobre l'ampliació del traçat ferroviari arreu de la geografia valenciana, amb especial esment a la inauguració de la línia amb Terol.[9]

Pel que fa a la capital, s'està organitzant el plànol urbà i són contínues les expropiacions de cases per eixamplar els carrers del centre i expandir-se vers l'exterior; també comença a exigir-se el trasllat de l'estació de ferrocarrils més enllà de la Ronda i apareixen les primeres propostes de desviar el llit del Túria. A més, es recullen distintes queixes contra les deficiències del manteniment de la via pública: accident d'una senyora al pont de la Trinitat, problemes de salubritat al Cabanyal amb carrers plens de tolles de llot; i mentrestant, el clavegueram s'estenia arreu l'Eixample. També denuncien les deficiències del suministrament

[6] Vegeu *El Mercantil Valenciano,* 3, 8, 9, 15 i 18-IV. Crida l'atenció que malgrat la implicació institucional en la reunió, els redactors de l' *Almanaque* no triaren cap notícia sobre el congrès.

[7] *El Mercantil Valenciano,* 27-I; 11-III; 1, 2, 4, 5, 6, 13, 14, 16 i 18-IV; 3, 11, 15 i 17-V; 5, 6 i 8-VI; 16, 21 i 27-VII; 25-VIII; 17-IX; 1, 2, 16 i 23-XI; 12, 16 i 22-XII. *Almanaque de Las Provincias* ps. 253-254

[8] *El Mercantil Valenciano,* 18-IV, 16-VI i 20 i 28-XII. *Almanaque de Las Provincias* ps. 177-178 i 316-317.

[9] Val la pena ressenyar la fundació en 1892 de la publicació *La Alianza Valenciano-Aragonesa,* per a la defensa del ferrocarril.

de la companyia concessionària del gas, que pertanyia als hereus del marqués de Campo i de Lebón, que decidí acabar amb el subministrant gratuït del servei d'enllumenat públic i la pujada de preus en el servei domèstic, amb les lògiques protestes dels consumidors. Per altra banda, una empresa francesa interessada en fundar una companyia de tramvies elèctrics, va inaugurar un pont de ferro sobre el Túria mentre que esperava la concessió del servei per part del consistori. Per fi, s'estaven portant endavant les obres d'ampliació i millora de les infrastructures del port de pedra, amb una forta controvèrsia al voltant del dic projectat per desviar el llit del Túria, considerat responsable dels estralls produïts als barris marítims en les recents inundacions de l'any 1897.[10]

6. Agronomia

En un altre treball, hem constatat com en l'*Almanaque* varen tenir més protagonisme les notícies referides als diferents esdeveniments socials entorn a l'agricultura i plantejàvem la hipòtesi que al diari hi hauria un seguiment més continu de les peripècies del camp. A hores d'ara estem en condicions de confirmar aquella impressió, com ho prova l'enorme concentració de notícies als mesos d'estiu, amb 12 notícies al juliol i 15 a l'agost, mentre que a la resta dels mesos és molt rar que superen les 5. També hi observem una escassa presència de notícies sobre novetats bibliogràfiques, dominants a l'anuari: 1 de revista i 4 de llibres.

En plena crisi finisecular, l'actualitat agrícola atrau l'atenció de la publicació, amb 29 referències: 11 dedicades a plagues; 10 a incidències meteorològiques; 8 a l'ensenyament, concursos i experiències. També n'hi ha 3 dedicades a la sericultura, 6 a la comercialització, 1 a l'actualitat estricta d'aquesta activitat; 3 dedicades a peticions per cultivar tabac, 6 a les actuacions contra els intents de cultivar arròs en zones prohibides, 2 als adobs i a les notícies sobre les revistes publicades a València, i 1 a les infrastructures, la maquinària, la política agrícola, les qüestions d'agronomia general i el regadiu.

Crida molt l'atenció com aquests darrers aspectes amaguen una sistemàtica campanya de propaganda encoberta dissenyada per Bernardo Giner Aliño, delegat del *Permanent Nitrate Comitee*, en favor dels seus fertilitzants. Pel que fa a l'*Almanaque,* les catastròfiques conseqüències de l'acció de les pluges afavoriren una atenció especial a l'acció dels meteors (3), junt amb els esforços de les autoritats municipals per aconseguir el permís per a instal·lar a la capital una fàbrica de tabacs (3) i la participació de la Societat Econòmica en el concurs de Barcelona.[11]

[10] Són tan nombroses i sovintejades les notícies aparegudes a *El Mercantil Valenciano,* que no consignarem les referències per no cansar al lector. *Almanaque de Las Provincias* ps. 50, 52, 54, 58, 64, 66-73, 75, 79-82, 243-245 i 293-294. Els problemes amb la concessió del gas es continuaven al 1903, quan fou un tema recurrent en el diari blasquista *El Pueblo*, tal i com ha indicat l'enquesta realitzada per Amorós (1998).

[11] Vegeu Garrabou (ed.) (1988) i Soler i Salavert (1998). *El Mercantil Valenciano*, 3, 18, 22, 23 i 25-III; 4 i 12-IV; 13, 15, 18, 20, 22 i 23-V; 1, 2, 5 i 7-VI; 1, 4, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 18 i 23-VII; 1, 2, 3, 4, 5, 7 i 8-VIII; 3, 4, 17, 20 i 25-IX; 24-X; 1, 2, 11, 24 i 30-XI. *Almanaque de Las Provincias,* ps. 52, 53, 67, 68, 243-245 i 317.

7. Presència Social

Les diferents institucions i societats presents a la capital atragueren l'atenció dels periodistes, ja fóra l'Institut Mèdic Valencià, la Societat Valenciana d'Agricultura, la Reial Societat Econòmica d'Amics del País o el Cercle Instructiu Electricista. Tota manifestació social que tenia a la ciència i a la tècnica com a centre tenia assegurat un ampli seguiment per part de la premsa. Ho hem vist amb el Congrés d'Higiene, i una cosa pareguda va ocórrer amb les exposicions organitzades i les conferències impartides. Per altra banda, observem que l'*Almanaque* va concentrar bona part de la seua atenció sobre aquest vessant de la complexa realitat cientificotècnica.[12]

8. Tècnica i indústria

Possiblement l'aparició d'el Cercle Instructiu Electricista estiga connectat amb l'enorme esforç que s'estava duent a terme per estendre l'electrificació i, de fet, sembla que estem davant una campanya de propaganda –no sabem si oberta o encoberta– en favor de les possibilitats de les aplicacions industrials de l'energia elèctrica, i fins i tot trobem una notícia sobre el projecte de construir una central al riu Clariano.

Per altra banda, la guerra explica l'interès mostrat pels avanços produïts en la motorització naval, especialment als Estats Units, i a les experiències relacionades amb la marina de guerra que portaven endavant Torres i Sanjurjo, així com el seguiment dels treballs sobre el torpeder Daza, autèntica arma secreta i definitiva, que hauria de donar la superioritat a la marina espanyola i per al qual, va organitzar-se fins i tot una campanya nacional de recollida de fons.[13]

9. Ciències físicomatemàtiques

La major part de les notícies tenen un caràcter honorífic i acadèmic i tenen com a protagonistes a cultivadors d'aquestes disciplines, dels quals glossen els seus ascensos administratius o l'aparició d'alguna obra. També podem fer esment al recordatori i festejos fets arran del centenari de l'adopció del sistema mètric decimal per part dels legisladors revolucionaris francesos (*El Mercantil Valenciano*, 11-IV).

Les disciplines que tenen un major ressò són aquelles de caràcter descriptiu que desperten la curiositat de la ciutadania. Aquest és el cas de l'astronomia i dels fenòmens poc usuals o sorprenents vists per diferents persones, entre els quals destaca el suposat descobri-

[12] *El Mercantil Valenciano*, 20 i 26-I; 24-II; 10, 11, 15, 22, 26 i 30-III; 7, 15, 16 i 19-IV; 14, 24 i 31-V; 4 i 23-VI; 3, 4, 15, 17, 19, 21 i 24-VII; 1, 9, 16, 18, 23 i 27-VIII; 1, 4, 19 i 25-IX; 11, 18, 22 i 27-X; 5, 10, 15, 18, 20, 21, 22, 24 i 29-XI. *Almanaque de Las Provincias*, ps. 51, 55, 70, 93-96, 165-166 i 243-245.

[13] *El Mercantil Valenciano*, 12 i 24-II; 12 i 30-III; 5 i 7-IV; 2, 10 i 16-VI; 2, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 18 i 30-VII; 16 i 28-VIII; 15 i 19-XI. *Almanaque de Las Provincias*, ps. 243-245 i 319-320, 3 en són bibliogràfiques.

ment d'una segona lluna vinculada a la Terra. De forma similar, es dóna cabuda a l'anàlisi dels fenòmens meteorològics excepcionals produïts i de les seues conseqüències, així com del seu estudi científic, en una conferència llegida per J. J. Landerer. Pel que fa a la geografia, es presta atenció especial als preparatius de les expedicions al Pol Sud[14]

10. Química

Hem de posar l'accent en les informacions referides als avanços produïts en el camp de l'aplicació química, com ara la composició i efectivitat dels fertilitzants o qüestions de contingut sanitari, com la notícia sobre el mètode de pasteurització de la llet, així com l'explicació oficial espanyola respecte a l'enfonsament del Maine, l'explosió del qual hauria estat produïda per l'acció d'un «virus». Les publicacions també feren referència a novetats en el camp de la fotografia o de la composició química dels cossos.[15]

11. Una recapitulació: Les repercussions de la guerra

La tensió bèl·lica va concentrar sense dubtes la major part de l'activitat noticiosa dels periodistes d'*El Mercantil Valenciano*; una atenció preferent que hem vist com apareix en la quasi totalitat dels apartats analitzats i això que els mateixos redactors varen denunciar les dificultats que tenien per informar (24 d'octubre): *«No sabemos de qué escribir: la censura se interpone constantemente entre nuestro pensamiento y el público... Hablamos de Filipinas, el lápiz rojo; hablamos de Cuba, el lápiz rojo; hablamos del ejército o de la marina, haciendo lógicas distinciones, el lápiz rojo; el pasado, el presente, el porvenir, todo está cerrado a nuestras investigaciones periodísticas»*. Després del desastre de Santiago de Cuba, al juny, les autoritats llançaren els rumors, entre una opinió pública consternada per la dimensió de la «catàstrofe nacional», sobre l'existència d'armes secretes pensades per alguns enginyers espanyols i s'apel·lava a la defensa patriòtica de la nació per sufragar les despeses exigides per poder fer-ne ús. El torpeder Daza fou el que més propaganda va rebre. La Societat Valenciana d'Agricultura va organitzar una d'eixes «funcions patriòtiques» amb el fi de fer una subscripció per a la construcció del cuirassat *España*. Aquestes notícies no eren més que infundis que no arribaven a distraure l'opinió i a *Las Provincias* de l'11 de juliol s'informava que *«De la guerra se habló en todas partes, predominando la nota pesimista»* i és que uns dies abans, s'havia convocat una reunió a l'Ateneu per discutir sobre una possible suspensió de la Fira de Juliol, encara que al final s'havia decidit de portar-la endavant (*La Correspondencia de Valencia*, 8-VII). Així la realitat de la derrota començava a ser acceptada per la població, que veia amb ràbia i compassió la repatriació dels soldats derrotats, però que

[14] *El Mercantil Valenciano*, 17-II; 4 i 16-IV; 19-VI; 11 i 15-VII; 25 i 29-VIII; 3-IX; 3-X. A L'*Almanaque de Las Provincias* (ps. 93, 178 i 320), totes les referències són de contingut bibliogràfic o didàctic.

[15] *El Mercantil Valenciano*, 20-III, 2-IV, 8-VII, 5-X i 18-XII. A l'*Almanaque de Las Provincias* (p. 317) només fan esment del tractat de química agrícola de Bernardo Giner Aliño, que hem inclòs en agronomia.

també estaven malalts, afectats per uns mals tropicals, que podien esdevenir un greu problema de salut pública pel perill del contagi. D'aquesta manera, el to de les notícies passa de la commiseració i la crítica oberta al govern per les condicions en què es produïa el viatge, a les crides d'atenció i la prevenció davant uns malalts perillosos.[16]

En resum, podem detectar la presència d'uns lectors, la majoria urbans, de classe mitjana i alta, que cercaven les solucions en la idea de progrés i de modernitat. També podem destacar l'apreciable diferència entre el tractament de l'actualitat per part de les dues publicacions analitzades, no sols per la seua contraposició ideològica, sinó també pel tractament donat a cadascuna d'elles.

Aquestes serien les conclusions més notables d'un estudi que és forçosament parcial i que només marca l'inici d'una investigació més ambiciosa, que necessita ampliar el centre d'atenció tant cronològicament com temàticament, en consultar de forma més sistemàtica altres publicacions valencianes i espanyoles.

Bibliografia

ALTABELLA, J. (1970), *Las Provincias: eje histórico del periodismo valenciano,* Madrid, Editora Nacional.

AMORÓS SEBASTIÀ, L.I. (1998), *La política sanitaria municipal del Ayuntamiento de Valencia durante 1903 y su utilización propagandística en el diario «El Pueblo», órgano oficial de los republicanos blasquistas,* Treball de doctorat, Universitat de València.

BÀGUENA CERVELLERA, M. J. (1998), «La prevención de la rabia y la sanidad municipal en Valencia (1894-1916)», *Cronos. Cuadernos Valencianos de Historia de la Medicina y la Ciencia, 1,* 135-142.

CALZADA ALDARIA, A. (1998), «Comentarios sobre la prensa valenciana y la Guerra del 98». A: GREGORI, J. *et al.: Valencianos del 98,* València, Diputació de València, 75-80.

GARRABOU, R. (ed.) (1988), *La crisis agraria de fines del siglo XIX,* Barcelona, Crítica.

LAGUNA PLATERO, A. (ed.) (1990), *Historia del periodismo valenciano: 200 años en primera plana,* Valencia, Generalitat Valenciana.

LAGUNA PLATERO, A.; MARTÍNEZ GALLEGO, F.A. (coords.) (1992), *Historia de Levante-El Mercantil Valenciano (1834-1992),* Valencia, Prensa Valenciana.

PEREZ PUCHE, J. (1998), *La Valencia de 1898,* València, Ajuntament de València.

SALAVERT FABIANI, V. L.; NAVARRO, J. (1992), *La sanitat municipal a València (segles (XIII-XX),* València, Alfons el Magnànim.

SERNA, J.; PONS, A. (1997), «Les premses del burgès. Josep Campo i les empreses periodístiques a la València del segle XIX», *Recerques, 35,* 27-50.

SOLER SAIZ, A.; SALAVERT FABIANI, V. L. (1998), «Notícies sobre agronomia a l'*Almanaque de Las Provincias* (1880-1910)», *Afers, fulls de recerca i pensament, 29,* 157-183.

[16] Hi ha una panoràmica sobre la posició dels diferents diaris valencians davant la guerra, on la preocupació sobre la salut dels repatriats és contínua, en Calzada (1998).

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 521-525

EL CANAL D'URGELL

Josep Suriol Castellví
ETS Enginyers de Camins, Canals i Ports-UPC

Paraules clau: *regadiu, canal, túnel, obra civil.*

The canal of Urgell

Summary: *During the XVIIIth and XIXth centuries, a great development in agricultural watering took place all over Europe. Following that trend, Spain tried to improve its productivity. One of the emblematic works was the canal of Urgell (Lleida, Spain). The canal was designed with a nominal discharge of 12 m^3/s in order to irrigate 98.000 Ha. During its construction (1859-1865), a number of technical dificulties had to be overcome. For instance, the Montclar tunel (4.917 m) was drilled using shafts, an innovative technique by that time. However, the exploitation of the canal was ruinous for the concessionary Company.*

Key words: *irrigation, canal, tunel, civil works.*

Introducció

Es pot constatar que al llarg de molts segles l'agricultura ha estat la base i sostenim ent de l'activitat humana; les terres seques, fins i tot les més ermes, han mostrat la seva productivitat si se les rega apropiadament. A la primera meitat del segle XIX, els països europeus més desenvolupats disposaven ja dels mitjans de regadiu per tal d'incrementar la capacitat d'obtenir productes agrícoles; els jocs d'aigua que els enginyers del segle XVIII projectaven a Versalles per al divertiment de la Cort Reial, varen tenir la seva aplicació més pragmàtica en els canals de distribució d'aigua per al regadiu.

Espanya havia estat des de l'antiguitat un país fonamentalment agrícola on calia un desenvolupament de les tècniques de regadiu; a més, es necessitaven béns industrials i una forma d'obtenir divises era la venda de productes agrícoles.

Aspectes tècnics del regadiu

La construcció de canals requereix tota una sèrie d'obres d'infraestructura per tal d'assegurar el seu bon funcionament i eficiència. En síntesi, es poden considerar bàsiques les següents:

- Una presa de regulació del cabal a transportar, cal fer-la propera al punt on es recullen les aigües.
- El canal pròpiament dit amb un pendent suau per tal d'evitar l'erosió. Cal que el canal sigui el més impermeable possible per tal de reduir les pèrdues d'aigua. Segons la topografia del terreny, caldrà fer salts o sifons per tal de suavitzar el pendent o per travessar obstacles; si és necessari caldrà excavar túnels.
- Una xarxa de sèquies per tal de distribuir l'aigua fins al lloc de regadiu i, alhora, una infraestructura de comportes, vàlvules, canonades, etc., per al control adient del canal.

El disseny de la capacitat d'un canal (cabal en règim permanent), dependrà de la disponibilitat del curs fluvial o bé de l'aqüífer d'on es recull l'aigua. La presa de regulació haurà de filtrar les fluctuacions de la demanda.

Construcció del canal

El canal d'Urgell va ser una obra emblemàtica pel que fa al regadiu a Catalunya. L'obra va ser possible gràcies al fet que el riu Segre és força cabalós (uns 70 m^3/s de mitjana anual) i té afluents que el nodreixen d'aigua suficient per tal de regar una extensa àrea; amb aquesta idea es va projectar la construcció del canal. L'enginyer de camins Eugenio Barrón, publica un estudi històric i descriptiu de les instal·lacions on s'esmenta que el rei Carles I va interessar-se pel projecte de regadiu de la zona; durant el regnat de Felip II es varen iniciar una sèrie d'estudis encaminats a la realització de l'obra; els successius reis borbònics també varen continuar amb l'interès pel canal. L'any 1814 es varen començar una sèrie d'obres, però la guerra va provocar-ne l'aturada. No va ser fins l'any 1847 que es va constituir la primera Societat que hauria de construir definitivament el canal. El projecte finalment aprovat va ser obra dels enginyers de camins Pedro Andrés Puigdollers i Constantino Ardanaz Undabarrena (BARRÓN, 1862:131).

La longitud del canal principal era d'uns 144 km; amb una capacitat de 12 m^3/s i amb la previsió de regar una extensió de 98.000 Ha. Si es consideren les sèquies de distribució, per tal de cobrir una zona àmplia, la longitud del canal era d'uns 300 km. L'any 1861 es varen acabar les obres del canal principal i l'any 1864 ja estaven en regadiu 6.500 Ha (MALUQUER I TORRAS, 1994:141). No seria fins l'any 1865 quan estarien llestes la resta de sèquies de distribució fins a les finques agrícoles.

El canal d'Urgell comença prop de Ponts, a l'embassament de regulació situat al terme del Tosal, i continua cap a la serra del Montclar passant pels termes de Collfret i Vilves. Segueix per l'esquerra del riu Segre fins a trobar la carretera d'Artesa de Segre a Agramunt. Travessa, prop de Vilagrassa, la carretera nacional i el ferrocarril de Madrid i d'allí continua cap a Vilanova de Bellpuig en direcció a les Borges Blanques passant pels termes de Puiggròs i Artesa de Lleida per, finalment, desguassar al riu Segre prop de Montoliu de Lleida. El canal principal té quatre desviacions per tal de cobrir una zona el més extensa possible; aquestes són les d'Anglesola, Vilanova de Bellpuig, Puiggròs i Artesa de Lleida.

L'embassament de regulació es va situar al costat del riu Segre i s'anomenà «La Llenguadera»; amb una alçada de 4,80 m permet regular apropiadament el cabal del canal i,

alhora, les avingudes del riu. El primer obstacle natural és la serra del Montclar, es va decidir travessar-la mitjançant un túnel de 4.917 m; tot un record europeu per l'època. Barrón dóna tota classe de detalls tècnics així com les qualitats professionals del que en serà el seu director d'obra: l'enginyer de camins Domingo Cardenal Gandaregui, nom que anirà en el futur lligat al canal d'Urgell.

Per tal de donar una idea de la complexitat de les obres, cal indicar que a la vall de la Foradada, i degut als dipòsits argilosos, varen haver d'excavar-se a l'entrada del túnel 179.376 m^3 de llots, cosa que exigia apuntalar l'excavació per tal d'evitar perillosos despreniments de terreny. A la sortida del túnel varen haver d'excavar-se 202.810 m^3 de terreny del tipus arenós; la qual cosa va fer que la dificultat de l'excavació fos més petita que a l'entrada del túnel. Cardenal va controlar en tot moment, a peu d'obra, els treballs per tal de promoure la seguretat dels obrers que realitzaven la seva tasca en condicions molt dures; fins al punt, comenta Barrón, que en baixar a un pou, a l'excavació del túnel del Montclar, va sofrir un accident que li va deixar un dolor crònic.

Cal indicar que el cost del canal va ser d'uns 14.306.000 de ptes. als quals cal afegir el pressupost d'inspecció de 537.000 ptes. i el de les obres de distribució de 2.741.000 ptes. Si, a més, se sumen els interessos del capital bestret, la xifra és de 19.304.000 ptes.; el cost d'inspecció d'obra va suposar un 3 % del cost total i els interessos del capital, un 12 %. Amb aquestes dades es pot estimar el cost total del canal en unes 75.000 ptes./km, cost que es considera econòmic; Barrón atribueix l'èxit global al bon procedir de Cardenal. És interessant, en aquest sentit, esmentar alguns dels costos parcials de l'obra. El túnel del Montclar (4.917 m), on hi havia un terreny arenós amb barreja de guix i marga, va tenir un cost de 800 ptes./m; el túnel a la sortida de l'embassament de regulació (208 m) de 500 ptes./m i el túnel de sant Jordi (291m) de 600 ptes./m. També cal indicar que el moviment de terres es feia a un cost mitjà de 1,25 ptes./m^3 i que l'obra de fàbrica, fonamentalment de formigó, va costar 27 ptes./m^3. Aquests preus es consideren habituals per a l'època i per aquest tipus d'obra. Malgrat tot, segons Barrón, el pressupost es va veure incrementat, respecte del que era previst, a causa de:

- El traçat del canal va ser modificat per ordre del govern atenent a diversos canvis en el criteri tècnic.
- En el pressupost inicial no s'hi varen incloure algunes de les partides corresponents a les obres de distribució necessàries per tal que el regadiu fos efectiu i cobrís una zona prou extensa.
- Algunes partides derivades de la construcció, la majoria per imperatius del terreny, que no es varen tenir en compte.
- Va caldre pagar els interessos del capital bestret.

Resultats econòmics

La Societat del Canal d'Urgell va poder sufragar, amb l'ajut del govern, 17.353.000 ptes.; el dèficit va ser cobert amb l'emissió d'obligacions. La Societat va fer-se càrrec de l'emprèstit per valor de 2 milions de ptes.

A la revista *Poble Català* es publica l'any 1912 un article sobre el tema del regadiu a Catalunya (REGADIO, 1912), on es parla del Canal d'Urgell i se n'indiquen les dades

econòmiques: el cost inicial previst era d'uns 8 milions de ptes. però que al final va ser d'uns 30 milions de ptes.; cal indicar que aquesta quantitat és aproximada, segons la font citada, i que inclou tota la xarxa secundària de sèquies per tal d'ampliar la superfície que cal regar. Segons la publicació, el negoci per a la Societat del Canal va ser ruïnós, però per al país va ser molt beneficiós: la terra va quadruplicar el seu valor i el nombre d'habitants de la zona va augmentar, des de l'any 1861, en un 40 %; al mateix temps es va produir una divisió de la propietat i molta més gent va tenir-hi accés. Els pagesos es varen agrupar en sindicats integrats dintre d'una comunitat amb la qual la Societat del Canal d'Urgell estableix un conveni per a la seva gestió.

D'altra banda, els mals resultats econòmics obtinguts en l'explotació del canal d'Urgell per part de la concessionària fa parar l'atenció i qüestionar la forma de finançar aquest tipus d'obres, i explica, en part, per què els grans capitals es resistien a invertir-hi. Cal trobar, en conseqüència, una forma apropiada de reduir els costos d'aquest tipus d'obra i millorar la rendibilitat en el treball dels pagesos (CORSINI,1882:158):

- Disminuir el cost de les instal·lacions; cal evitar, tant com sigui possible, els aqüeductes i sifons. Cal proposar un disseny també simple per l'embassament de regulació.
- Cal estudiar els sistemes de drenatge per tal d'evitar l'entollament de les aigües, atès que perjudica els cultius i provoca l'aparició de plagues de mosquits que trameten les febres.
- Cal adobar les terres, atès que en ser més productives podrien esgotar-se. Cal disposar de vies de comunicació per tal que els adobs no costin més de 0,04 ptes./TM i km i també aprofitar els adobs orgànics. S'ha d'acostumar als pagesos a la nova tecnologia, però han de poder accedir al capital necessari per a la reconversió tecnològica.
- Cal crear bancs agrícoles per tal que puguin proporcionar crèdits amb el mínim cost possible i evitar els tràmits complicats que fan més cares les operacions i desanimen als pagesos.

Un aspecte important en la gestió del canal és la forma de cobrar per l'ús de l'aigua. En aquest sentit, hi havia quatre modalitats (CORSINI,1882:242). El primer sistema consistia en pagar en espècies la novena part del producte; el sistema és molt problemàtic, atès que és difícil delimitar el producte i, a més, es necessiten dipòsits per als productes i una xarxa per a la seva venda. Amb aquest sistema els pagesos no sentirien l'estímul de produir més i podria baixar la productivitat global amb què, possiblement, es va calcular la rendibilitat de l'obra. Un segon sistema consisteix en pagar amb el diner equivalent a la novena part del producte: té l'inconvenient que en el moment de la collita el preu dels productes acostuma a ser baix i seria desfavorable per a la concessionària. Un tercer sistema, basat en el cobrament d'un cànon anual per Ha. regada, sembla el més senzill i econòmic i es faria, per part de la concessionària, al primer de juliol i de gener, mesos en què els pagesos compten amb més recursos. Finalment, es podia optar pel sistema de pagar segons el volum d'aigua consumit, però l'administració és complicada i exigeix tot un sistema de mesura i control. En síntesi: de la bona organització en la gestió del canal i de l'elecció del sistema de cobrament més apropiat en depèn el guany d'ambdues parts, l'empresa concessionària i els pagesos.

Conclusions

- La construcció del canal d'Urgell va ser ruïnosa per a l'empresa concessionària, però un bon negoci per a la zona.
- Es va triar el sistema de pagament més apropiat als interessos de la Societat i dels pagesos: un cànon anual per Ha. regada.
- Va ser la primera gran obra hidràulica a Espanya, en conseqüència el cost global va ser difícil de determinar pel que fa al projecte. Les dades dels costos parcials, però, indiquen que no varen ser desproporcionats ateses les complicacions esdevingudes en la construcció.
- El sistema de perforació dels túnels, en concret el del Montclar, es va fer mitjançant la perforació de pous que connectaven l'exterior amb el sostre del túnel; així es podia explorar el terreny i, alhora, extreure el material excavat. La tecnologia era llavors innovadora.

Referències

- BARRÓN, E. (1862), «El canal de Urgel», *Revista de Obras Públicas*, Madrid, CICCP, pàg. 131.
- CORSINI, L. (1882), «Condiciones económicas de los canales de riego», *Revista de Obras Públicas*, Madrid, CICCP, pàg. 157.
- MALUQUER, J.; TORRAS, J. (1994), «La formació d'una societat industrial». A: *Història econòmica de la Catalunya contemporània*. Vol. 1. Barcelona, Enciclopèdia Catalana, pàg. 141.
- REGADIO en Cataluña, (1912), *Revista de Obras Públicas*, Madrid, CICCP, pàg. 480.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 527-534

LA INDUSTRIA QUÍMICA DE LA SOSA POR EL PROCEDIMIENTO AL AMONÍACO: UNA NUEVA PERSPECTIVA HISTORIOGRÁFICA[1]

Ángel Toca
Unidad de Historia de la Ciencia. Universidad de Cantabria

Palabras clave: *industria química, sosa, procedimiento al amoníaco, Solvay.*

The ammonia-soda process chemical industry. A new historiographic perspective

Summary: *The history of the ammonia-soda process and their industries is still unknown. This paper tries to reply some technical questions of this history and explain how Solvay obtained the main alkalies' market in Europe.*

Key words: *Chemical Industry, Ammonia-Soda Process, Solvay.*

Los comienzos del siglo XIX marcan el nacimiento de la moderna industria química con la aparición a gran escala, primero en Francia y después en Gran Bretaña, de las plantas de obtención de sosa (carbonato de sodio) mediante el método Leblanc. Las crecientes necesidades en el suministro de la sosa que presentaban las industrias de textiles, jabones y vidrio, junto con un mayor dominio del propio proceso, hicieron que la industria Leblanc se manifestase hegemónica durante una gran parte del siglo XIX.

El enorme valor añadido que la sosa tenía incentivó la búsqueda de nuevos métodos de producción. Desde principio de siglo XIX se conocía la obtención de la sosa por el método al amoníaco desde el punto de vista experimental. Tras varios intentos infructuosos, el método alcanzó la escala industrial con la aparición de la figura de Ernest Solvay, el cual comenzó su actividad productiva en una pequeña planta levantada en las proximidades de Charleroi (Bélgica) en 1864. Esta manera esquemática de presentar la evolución de la industria química de la sosa, con la aparición de la figura triunfante de Solvay sobre los demás, es lugar común en muchas Historias, desde la de la propia Química (BENSAUDE-VINCENT, STENGERS, 1995; BROCK, 1992), hasta las de la Economía (LANDES, 1969) y de la Técnica (SINGER *et al.*, 1958).

Este tipo de historias, contadas desde el punto de vista del ganador debería plantear

[1] Quiero agradecer a la organización de las V Trobades todas las facilidades que me dio para poder acudir a tan interesantes encuentros. Así mismo quiero agradecer al Dr. Agustí Nieto Galán (Universitat Autònoma de Barcelona) y al Dr. Luis Garcia Ballester (Universidad de Cantabria) los consejos y dedicación que prestan a este proyecto de investigación.

igualmente algunas dudas que convendría resolver. Por ejemplo y ajustándonos al caso Solvay, ¿hubo productores de sosa al amoníaco que compitiesen con Solvay? ¿Producían de manera eficiente o no? ¿Cuál fue la causa real de su desaparición? ¿Fue Solvay siempre original o acudió inicialmente a formas de producción ya conocidas? ¿Fueron sus mejoras siempre propias o fue producto de algunas anteriormente ensayadas? ¿Sólo se explica la superioridad desde el punto de vista científico-técnico o hay otros elementos de mercado detrás de la desaparición de los distintos competidores? Intentaremos dar respuesta a algunas de estas preguntas, de manera que podamos contemplar un desarrollo más ajustado a la realidad histórica de su tiempo.

Previo a cualquier disquisición que podamos hacer conviene manifestar algunas cosas que creemos interesantes. En primer lugar, que el acercamiento que desde aquí proponemos, ha sido realizado desde un conocimiento limitado de la bibliografía de la época. En segundo lugar, la historia de los primeros tiempos de la industria Solvay está aún por contar; se desconoce mucho de los orígenes y tan sólo se dispone de algún breve intercambio epistolar que no acaba por arrojar la suficiente luz sobre el nacimiento y primeros tiempos de la empresa desde el punto de vista técnico y científico.[2]

Los primeros intentos[3]

El proceso de obtención de sosa al amoníaco ha utilizado a lo largo de su desarrollo diferentes materias primas. Los primeros intentos a escala reducida utilizaban bien el carbonato bien el bicarbonato de amonio junto a la sal. Dado que los dos primeros se obtenían como subproductos en las plantas de coque, eran unos productos escasos y caros. Posteriores métodos fueron introduciendo el dióxido de carbono y el amoníaco como sustitutos: el primero podía obtenerse de la combustión del coque o de la descomposición térmica de la caliza; el segundo seguía necesitando subproductos de las coquerías como el sulfato de amonio.[4] De ahí que los métodos buscasen el perfeccionamiento a través de la reducción de las pérdidas de amoníaco en el proceso, reutilizándolo a partir del subproducto del mismo como es el cloruro de amonio. Junto con el cloruro de amonio se obtenía bicarbonato de sodio, el cual por descomposición producía la sosa y dióxido de carbono que podía volverse a utilizar.[5]

[2] Alguna descripción más detallada sobre los aspectos económicos y financieros de los orígenes empiezan a conocerse ya. En este punto también existían ciertos mitos, sobre todo en lo que respecta al papel jugado por la familia de Ernest y Alfred Solvay en los tiempos difíciles de 1865-66. Despy-Meyer, A.; Devriese, D. (eds) (1997). Dada la importancia que el nacimiento de este proceso tiene en la Historia de la Industria Química, y en el de la propia Química, convendría que el estudio desde el punto de vista técnico fuese abordado ya, a punto de cumplirse los 150 años del nacimiento de la empresa.

[3] La descripción más detallada de la evolución histórica del método de obtención de sosa al amoníaco la hemos encontrado en Haber (1969).

[4] Este producto tenía además un gran interés como abono agrícola, lo que encarecía su utilización.

[5] Estas reacciones podrían esquematizarse de la siguiente manera:

La primera aplicación industrial tras las primeras descripciones de Auguste Fresnel y Vogel (1811 y 1822 respectivamente) data de 1836 y fue obra del italiano Gerolamo Forni, farmacéutico de Milán. Posteriormente está la descrita por el inspector general de las fábricas de productos químicos de Inglaterra, R. Angus Smith, según el cual John Thom realizó en 1837 ensayos a escala reducida en el laboratorio del profesor Graham en Glasgow.[6] Un año después realizó un intento a escala mayor en el interior de la factoría escocesa Leblanc de Turnbull y Ramsay, siendo capaz de producir 100 kg diarios de sosa mediante un proceso que consistía en mezclar la sal con bicarbonato de amonio sólido, prensar la masa y expulsar el cloruro de amonio que aparecía como subproducto del proceso (HABER, 1969: 87; WURTZ, 1908: 526).

La primera patente industrial concerniente al procedimiento fue tomada en Inglaterra por Harrison Grey Dyar y John Hemming el 30 de junio de 1838 con un equipamiento muy elaborado para la recuperación del amoníaco, por tratamiento del cloruro de amonio con caliza. Obtenían el bicarbonato de sodio a partir del carbonato de amonio[7] y de la sal común. Un certificado de adición a la patente realizado por Canning, en abril de 1840, recomienda por primera vez la utilización de una corriente de dióxido de carbono para precipitar el bicarbonato, además de describir varias fases del proceso.[8] Las primeras pruebas de Dyar y Hemming realizadas en Whitechapel (Cheshire) despertaron la curiosidad de los productores británicos Leblanc, los cuales se dieron cuenta que una reducción de las pérdidas de amoníaco al 10 % haría el método rentable. Los intentos acabaron en fracaso, aunque se introdujeron novedades importantes como la inyección del dióxido de carbono bajo presión por parte de Deacon (1854).

A partir de las pruebas realizadas por Dyar y Hemming, se desarrollaron numerosas tentativas en Inglaterra, Francia, Alemania y Bélgica.[9] En Francia Théodore Schloesing (quí-

---

$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightleftharpoons NaHCO_3 + NH_4Cl$$
$$(NH_4)_2CO_3 + CO_2 \rightleftharpoons 2NH_4HCO_3$$
$$CO_2 + NH_3 + NaCl + H_2O \rightleftharpoons NaHCO_3 + NH_4Cl$$
$$2\,NaHCO_3 \rightleftharpoons Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

[6] *Soude et Produits Chimiques* (1910), 19.

[7] La recuperación de los compuestos amoniacales en forma de sulfato o de carbonato de amonio, consistía en una fuente adicional de ingresos para las plantas de coquización de la hulla y para las plantas generadoras de gas, como ya hemos indicado. Campbell (1971), 52-3.

[8] Noticias sobre éstas y otras patentes han sido recogidas en: Scheurer-Kestner (1886), 303. En el citado artículo, el autor agradece a M. Solvay la información sobre las patentes del proceso, lo que hace sospechar que éste estaba bien informado de todos los primeros intentos que precedieron al suyo. Dependiendo del momento en el que Ernest Solvay se hiciese con esta información, quedaría en entredicho su supuesta ignorancia que los biógrafos han señalado respecto a la situación de la industria de la sosa al amoníaco justo en el momento en el que él introdujo su patente en Bélgica, en 1861. Una lectura atenta del material del que dispuso durante su juventud podría arrojar luz sobre este asunto.

[9] Entre las menos conocidas se encuentran las desarrolladas por Kunheim en Berlín, por Seybel en Viena y por Bowker en Leeds. Bolle (1963), 48-50. La iniciativa belga se desarrolló cerca de Vilvorde hacia 1842. En Francia, la Sociedad de las Salinas de Sommervillers, cerca de Nancy, instaló el procedimiento Turck en 1854. *Soude et Produits Chimiques* (1910), 20.

mico) y E. Rolland (ingeniero) toman nuevas patentes para la obtención de la sosa. Sin ninguna duda, este procedimiento marcará el comienzo del método a escala industrial, tanto por las innovaciones introducidas en forma de aparatos como por la obtención de un proceso continuo de fabricación.[10] La patente de Schloesing y Rolland reemplaza el bicarbonato de amonio obtenido por otros métodos por el dióxido de carbono y el amoníaco. En 1855 constituyen una sociedad para explotar el procedimiento a escala industrial, construyendo para tal fin una planta piloto en Puteaux, en las proximidades de París. Introdujeron una modificación sobre el procedimiento que consiste en formar primero una salmuera amoniacal, y después saturar esta con dióxido de carbono. El carbonatador consistía en sucesivos cilindros colocados uno detrás de otro e interconectados entre sí para que salmuera y dióxido de carbono circulasen en contracorriente, y en los que un agitador aseguraba la mezcla íntima entre los reactivos. La planta de Puteaux nunca pasó de ser una planta de prueba y se llevó mas de un millón y medio de francos en éstas, lo que la llevó a su cierre en 1858.

La aparición de Solvay

Los perfeccionamientos han ido sucediéndose paulatinamente hasta llegar a la patente de Schloesing y Rolland. La similitud que los primeros aparatos Solvay muestran respecto al modelo Schloesing-Rolland, o la introducción de elementos ya ensayados como la inyección del dióxido de carbono a presión nos hacen pensar que Ernest Solvay tenía un buen conocimiento de la evolución de este método de producción de sosa. La épica del nacimiento de la empresa, con los continuos ensayos y fracasos que a punto estuvieron de echar por tierra el trabajo de los hermanos Solvay, o la pretendida genialidad del inventor belga que hace surgir de la nada un proceso eficiente donde otros habían fracasado,[11] es sustituida por una historia de perfeccionamientos y mejoras continuos que encuentran en Solvay un eslabón más de esa cadena.

El comienzo de la aventura de los hermanos Solvay se localiza en una pequeña planta piloto levantada en Schaarbeek (a las afueras de Bruselas), en donde realizaron ensayos que dieron resultados satisfactorios. Ernest compagina estos ensayos con su trabajo en la fábrica de gas que su tío Louis Semet tiene en Saint-Josse, lo que le permite entrar en contacto con el problema de la recuperación de las aguas amoniacales. Precisamente esta recuperación será la clave de la primera patente que presenta Ernest el 15 de abril de 1861 con la presenta-

[10] De su importancia da constancia el diploma de honor que recibieron en la Exposición Universal de Viena de 1873, al ser considerados como los primeros promotores del método. En esta misma Exposición Solvay recibirá la medalla de oro por la calidad de su producto, distinguiendo a Ernest con el diploma de honor por ser el primero en salvar las dificultades que el método imponía tanto desde el punto de vista químico como el de la ingeniería del proceso. Wurtz (1869), 1558-9. Todos los intentos anteriores a Schloesing y Rolland han ido desapareciendo en las sucesivas Historias, siendo las menos las que acaban por mencionar a estos últimos, como así se puede ver en Hohenberg (1967), 73.

[11] «(...)Todas las grandes personalidades habían fallado en la puesta a punto del método, debido a las grandes dificultades que implicaba llevar esas reacciones del laboratorio a la planta». Versiones como ésta son comunes en casi toda la bibliografía. Reader (1970), 44.

ción del destilador de amoníaco,[12] patente que por otra parte nada indica sobre el tipo de reactor utilizado para la obtención de la sosa. Tras realizar consultas con profesores de la Universidad Libre de Bruselas sobre la viabilidad del proceso y de recabar el apoyo financiero que su empresa necesitaba, Alfred y Ernest Solvay en compañía del abogado Eudore Primez[13] crean el 26 de diciembre de 1863 la Sociedad en comandita simple Solvay et Cie. Levantan la planta en Couillet y comienzan las pruebas con la finalidad de poner en marcha la planta. Numerosos problemas aparecidos en los distintos aparatos hacen que la iniciativa se quiebre y cierre a mediados de 1865. Tras reunir el capital y las energías necesarias para un nuevo intento, la actividad que produciría el triunfo definitivo comenzó en enero de 1866. Hacia febrero habían alcanzado los 1000 kg/día de sosa, en julio los 1300 kg/día y en agosto los 1500 kg/día.

¿Qué tipo de reactor permitió el triunfo de Solvay? La historia comúnmente aceptada habla de la columna Solvay como el elemento distintivo del proceso; sin embargo la primera columna no comenzó a producir de manera regular hasta julio de 1869, momento en el cual la empresa producía 3000 kg diarios de sosa. Bolle habla de la sucesiva instalación de sistemas borboteadores desde verano de 1866 hasta el verano de 1869 y el documento Acheroy (ACHEROY, s.d.: 5), colaborador y compañero de Ernest Solvay, es el que nos da la clave sobre estos borboteadores. Se trata de una disposición idéntica a la que ya hemos encontrado en el proceso Schloesing-Rolland: un sistema horizontal de reactores en serie por los que circulan en contracorriente la salmuera amoniacal y el dióxido de carbono, aunque a diferencia de éste, no existía agitación mecánica y el dióxido de carbono era inyectado en la parte baja de cada reactor. Y es este sistema el que asegura el éxito de la empresa antes de la aparición de la famosa columna Solvay. Este mismo documento muestra como se produjo la superposición vertical exacta de los diez reactores que constituían un sistema de borboteadores para formar la primera columna Solvay, coincidiendo las dimensiones de ésta con la de cada uno de los reactores por separado (1 m de alto por 0,8 m de diámetro de cada reactor, frente a los 10 m de alto y 0,8 m de diámetro de la primera columna).

Los competidores

> La aplicación industrial del procedimiento al amoníaco es sobre todo una cuestión de aparatos, y se ha acostumbrado a designar por el nombre de los inventores que lo han resuelto con éxito, especialmente MM. Schloesing y Rolland, Solvay, Boulou-

[12] La similitud existente entre el destilador Solvay para la recuperación del amoníaco con los aparatos utilizados para la destilación del alcohol, permite sospechar que sus lecturas juveniles debieron ser fuentes de inspiración para la resolución de este problema.

[13] Este abogado belga jugó un papel clave en la fundación de la empresa. Consiguió interesar a capitalistas belgas para que apoyasen la iniciativa de los hermanos Solvay, realizó gestiones ante el Gobierno belga para la supresión del impuesto que pesaba sobre el consumo de la sal, redactó los estatutos de la Sociedad Comanditaria y proporcionó los terrenos para la construcción de la primera planta industrial de la Sociedad en Couillet a principios de 1864, localidad donde su familia tenía intereses en las fábricas de vidrio (industria que utilizaba grandes cantidades de sosa).

vard, (...). A pesar de que aún no se pueda pronunciar de una manera definitiva sobre el valor real de los aparatos empleados, parece que ciertas dificultades [inherentes al proceso] han sido resueltas con éxito por los aparatos Solvay.[14]

Vemos entonces que el nacimiento del método de obtención de sosa al amoníaco no es el resultado de un descubrimiento genial, sino que existe todo una labor desarrollada a lo largo de los años, que acaba desembocando hacia la década de los años 70 del siglo XIX en una serie de métodos que alcanzan un alto grado de eficacia en el proceso de fabricación. Entre estos podemos citar además del Solvay, al método Mallet-Boulouvard con una planta funcionando en Sorgues (cerca de Avignon), el método de Young, patentado en 1872 y que funciona en una planta en Kally (Escocia), y los métodos de Daugin (La Madaleine, Lorena) y Honnigman. Todos estos métodos pueden dividirse en dos grandes categorías, en función de la disposición que adopten los carbonatadores: si estos están constituidos por grandes columnas verticales como es el caso del método Solvay, o si por el contrario estos se encuentran dispuestos en una serie continua de pequeños carbonatadores, como sucede con diversas variaciones en todos los demás, y que deben su origen a la disposición adoptada por Schloesing-Rolland.

El método más eficaz asentado en suelo alemán fue el de Honigmann, el cual permitió el libre acceso de sus patentes a los productores de álcali, y así en 1878 la firma Matthes & Weber obtuvo una licencia para instalar su método modificado en sus plantas, al mismo tiempo que la Verein Chemischer Fabriken obtuvo otra patente modificada que les permitía obtener la sosa de manera rentable.[15] Tan sólo la llegada masiva de plantas Solvay en suelo alemán (la primera planta comienza a funcionar en Wyhlen, cerca de Basilea, en 1880 y en tan sólo cinco años ya funcionaban dos plantas más en Bernburg –1883– y Sarralbe), y la formación de un importante cártel con los productores Leblanc alemanes que impusieron precios imposibles de mantener para los pequeños productores, fueron capaces de producir su desaparición.

Durante los años que van de la instalación de la primera columna Solvay a la llegada a Alemania, la empresa Solvay fue extendiéndose y mejorando continuamente su proceso productivo, gracias al intercambio de información que circulaba entre las distintas plantas. Creemos que en este proceso de mejora jugó un papel fundamental el socio británico Ludwig Mond, el cual además de recibir una importante formación química en Alemania durante su juventud, fue un afamado técnico que mejoró notablemente varios aspectos de la industria de la sosa Leblanc en Gran Bretaña. Este plazo de tiempo nos sitúa a finales de la década de los ochenta del siglo XIX, período durante el cual el éxito técnico no fue total. Al final de este período el método Solvay se mostró como el más adecuado para grandes volúmenes de producción, pero no así para producciones más modestas. Las cantidades a desembolsar en forma de inversiones no se veían compensadas cuando la producción de sosa estaba destinada

[14] Wurtz (1885), 1433. La traducción española es mía.

[15] Otra modificación de éste método fue tomada por las Antiguas Salinas Dominiales del Este, instaladas en Dieuze. Estas dieron el nombre de método Dieuze al proceso de Honigmann modificado, obteniendo un proceso con un nivel de pérdidas de amoníaco muy reducido. Haber (1969), 89-90.

para pequeñas producciones. En este medio los métodos modificados de Schloesing-Rolland, en especial él debido a Honigmann, se mostraban muchísimo más eficaces; además resolvían de manera bastante elegante los problemas relacionados con el uso de presiones cada vez mayores que necesitaban las columnas Solvay (al hacerse cada vez más altas), o el debido a la aparición de incrustaciones que impedía la circulación de los reactivos a través de la columna. Hermann Ost, alumno aventajado de Kolbe en Leipzig (ROCKE, 1993: 75-6) y posteriormente profesor de la Königlich Technische Hochschule de Hannover en donde teorizó sobre el proceso Solvay, indicó en 1925 en su manual de Tecnología Química (*Lehrbuch der chemischen Technologie*) que el sistema de carbonatadores de Honigmann era superior en eficacia al de Solvay. Es más, si la eficacia no la medimos sólo por la producción sino por la manera de reducir las pérdidas de amoníaco (la materia prima más cara del proceso) o por los consumos de materias primas, Solvay no alcanzó los niveles de eficacia de Honigmann hasta 1885, y sólo en 1907 muestra consumos claramente superiores, año en el cual el método Honigmann había casi desaparecido por razones mercantiles.

Conclusión

El método Solvay debe mucho más a los primeros intentos de los que la historia comúnmente aceptada hasta ahora nos ha hecho ver; la utilización del sistema más eficiente para iniciar su andadura industrial (el Schloesing-Rolland) así como variaciones introducidas sobre éste a partir de innovaciones ya ensayadas con anterioridad, permitieron el despegue que más tarde contemplaría la introducción de un proceso realmente propio, el de la columna Solvay. Una vez introducida ésta, no reinó de manera absoluta sobre los demás métodos de obtención de sosa al amoníaco, sino que necesitó de diversas estrategias tanto técnicas como mercantiles para alzarse y hacer desaparecer a los demás competidores. Aún así, su eficacia se sustentó sobre cuestiones de escala de producción, ya que todos sus competidores se mostraron mucho más eficientes cuando el nivel de producción era medio-bajo. Se hace necesario una vez más un nuevo estudio sobre los modos de producción de las industrias químicas del tercer cuarto del siglo XIX. Los fenómenos de competencia deberían abordarse desde multitud de facetas diferentes, y en ese abordaje debe jugar un papel fundamental el punto de vista de la Historia de las técnicas desarrolladas por las industrias químicas. Este acercamiento desde la industria de la sosa al amoníaco debería ampliarse al estudio de la figura de Ernest Solvay y los tiempos en que echó a andar su aventura industrial. Sólo así podremos completar una historia que hasta el presente aún es demasiado imprecisa.

Bibliografía

ACHEROY, P. (s.d.), «Note su les commencements de la fabrication de sel de soude pour le procedé Solvay», Exposición *Ernest Solvay et son temps* celebrada en Charleroi entre el 22 de septiembre de 1997 y el 28 de febrero de 1998. (Documento recogido de la página web de la exposición).
BASALLA, G. (1991), *La evolución de la Tecnología*. Barcelona, Editorial Crítica.
BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGER, I. (1995), *Histoire de la Chimie*. Paris, Editions La Découvert.

BENSAUDE-VINCENT, B. (1998), *Eloge du Mixte. Materiaux Nouveaux et Philosophie Ancienne.* Paris, Hachette.
BOLLE, J. (1963), *Solvay, l'inventeur, l'homme, l'entreprise industrielle. 1863-1963.* Bruxelles, Ed. Weissenbruch.
BROCK, W. (1992), *The Fontana History of Chemistry.* London, Fontana Press.
CAMPBELL, W. A. (1971), *The Chemical Industry.* London, Longman.
DERRY, T. K.; WILLIAMS, T. I. (1987), *Historia de la Tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (II).* Madrid, Siglo XXI Editores.
DESPY-MEYER, A.; DEVRIESE, D. (eds) (1997), *Ernest Solvay et son temps.* Bruxelles, Archives de l'Université Libre de Bruxelles.
HABER, L. F. (1969), *The Chemical Industry During the Nineteenth Century. A Study of the Economic Aspect of Applied Chemistry in Europe and North America.* Oxford, Clarendon Press.
HEGER, P.; LEFEBURE, C. (1929), *Vie d'Ernest Solvay.* Bruxelles, Lamertin.
HOFF, L. (1955), «Le Centenaire des Soudières Rèunies», *Chimie et Industrie*, 73, 998-1001.
HOHENBERG, P. M. (1967), *Chemicals in Western Europe: 1850-1914. An Economic Study of Technical Change.* Chicago, Rand McNully and Co.
INKSTER, I. (1991), *Science and Technology in History. An Approach to Industrial Development.* London, Macmillan Education.
LANDES, D. S. (1979), *The Unbound Prometheus.* Cambridge, Cambridge University Press.
LAMI, E. O. (1881), *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels. Tome I*, Paris.
READER, W. J. (1970), *Imperial Chemical Industries. A History. Volume I: The Forerunners 1870-1926.* London, Oxford University Press.
ROCKE, A. J. (1993), «Group Research in German Chemistry: Kolbe's Marburg and Leipzig Institutes», *Osiris 2nd Series*, 8, 53-79.
SCHEURER-KESTNER, A. (1886), «Observations sur la note de M. Mond concernant l'origine du procédé a l'ammoniaque», *Bulletin de la Societé Chimique de Paris*, 45, 302-9.
SINGER, C.; HOLMYARD, E. J.; HALL, A. R.; WILLIAMS, T. I. (1954-58), *A History of the Technology.* 5 vols., Oxford, Clarendon Press.
Soude et Produits Chimiques (1910), Bruxelles, Imprimerie Émile Bruylant.
TRUMP, E.N. (1933), «Looking Back at 50 Years in Ammonia-Soda Alkali Industry», *Chemical and Metallurgical Engineering*, 40, 126-9.
VANZETTI-MAILAND, L. (1910), «Wie alt ist das Ammoniaksodaverfaren», *Chemiker-Zeitung*, 34, 229.
WURTZ, A.D. (1869), *Dictionnaire de chimie pure et appliquée. Tome second, deuxième partie.* Paris, Hachette.
WURTZ, A.D. (1885), *Dictionnaire de chimie pure et appliquée. Premier supplemént, deuxième partie.* Paris, Hachette.
WURTZ, A.D. (1908), *Deuxième supplement au dictionnaire de chimie pure et appliquée. Tome septième.* Paris, Hachette.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 535-540

EL DELITO EN LA PRENSA DIARIA VALENCIANA DE FINALES DEL SIGLO XIX: LAS PROVINCIAS (1875-86)

J. Enrique Urios Verdeguer; Vicente Salavert Fabiani
Dpto. de Historia de la Ciencia y Documentación. Universidad de Valencia.

Palabras clave: *Delito, prensa, Valencia, siglo XIX, Las Provincias.*

The felony in the daily press from Valencia at the end of the 19th century

Summary: *We analyse all the articles related with felonies published in the conservative newspaper called «Las Provincias» from Valencia, between 1875 and 1886, period when for the first time felony is related to mental illness. We found 309 articles, in which we studied the rate the newspaper gave them, their relevance, their repetition in following dates, the source, the place where the felony is committed and the type of felony.*

Key words: *Felony, press, Valencia, 19th century, Las Provincias.*

El presente trabajo forma parte de nuestra Tesis Doctoral, en la que pretendemos demostrar cómo en la sociedad valenciana y española de la época, empieza a desarrollarse una nueva actitud crítica con respecto a cierto tipo de delitos, en los cuales cabe la posibilidad de que la causa por la que se ha cometido encierre una enfermedad mental, siendo ésta la primera vez que se relaciona el delito con la enfermedad mental

Los especialistas en la materia, alienistas, forenses y abogados principalmente, establecen un discurso que va a penetrar en las capas sociales, con reacciones encontradas en este tema.

Para ver esta respuesta de la sociedad y la polarización del discurso, hemos vaciado los dos periódicos más relevantes de la época que estudiamos, ambos de la ciudad de Valencia, ya que todo este discurso planteado por los especialistas va a quedar reflejado en la prensa diaria, la cual va plasmando día a día el desarrollo de los acontecimientos.

El vaciado ha sido hecho en un periódico conservador «Las Provincias» y en otro liberal «El Mercantil», y el período estudiado comprende desde 1875 a 1886.

El porqué de estas fechas es por considerar como punto de inflexión el gran proceso seguido contra el cura Galeote por el asesinato del obispo de Madrid, hecho que cambiará radicalmente el discurso planteado hasta la fecha y la relación entre la demencia y el delito.

Es por lo que el vaciado lo hemos realizado en los años inmediatamente anteriores a este suceso, en los cuales se van ya planteando una serie de cuestiones por parte de los expertos, a la vez que se van desarrollando ciertos procedimientos judiciales no tan señalados como

los del cura Galeote pero que van marcando una serie de directrices, hasta llegar a la «medicalización» del delito.

Los datos que vamos a comentar se refieren exclusivamente al periódico conservador, cuya publicación continúa hoy día y que se llama como ya hemos dicho «Las Provincias». Son datos de poco mas de una década y corresponden a cerca de 4.000 ejemplares, ya que durante todo el período no se interrumpe nunca su publicación.

Para recopilar la información que nos interesa partimos de una ficha que es la siguiente:

TITULAR:

FECHA:

FOTOCOPIADO { TOTALMENTE / PARCIALMENTE

CONTENIDO { ASESINATO - HOMICIDIO / PELEA - RIÑA / ROBO / FUERZAS DE ORDEN PUBLICO / JUICIOS / LEYES / SUICIDIO / ENFERMEDAD MENTAL / HOSPITALES / ESTADISTICAS / OTROS (Hay 30 contenidos diferentes)

CONSTA FUENTE { NO / SI { PUBLICACIONES (¿Cúal?) / CONGRESOS / CORRESPONSALES / OTROS

RELEVANCIA { ALTA / MEDIA / BAJA

ENCABEZAMIENTO { TITULAR / AMBOS (TITULAR + SUBT.) / SIN ENCABEZAMIENTO

LUGAR { CIUDAD DE VALENCIA / PROVINCIA DE VALENCIA / REGION DE VALENCIA / RESTO DE ESPAÑA / TERRITORIOS DE ULTRAMAR / EUROPA / RESTO DEL MUNDO / SIN IDENTIFICAR

VALORACION { SI / NO

REPETICION { SI / NO

PALABRAS CLAVE:

COMENTARIOS:

OTROS:

Basándonos en ella extraemos los siguientes resultados:

- habitualmente el periódico no expone los hechos objetivamente sino que da una valoración determinada ya sea positiva o negativa

VALORACION	Total	Porcentaje
Sí valora	216	69,90
No valora	75	24,27
Nula (por tratarse de anuncios)	18	5,83

- algunos de los artículos los encontramos repetidos en fechas sucesivas. Esto ocu-

rre en un 17 % de ellos, es decir el periódico va haciendo el seguimiento de algunas noticias.

REPETIDA	Total	Porcentaje
No	256	82,85
Sí	53	17,15

- la relevancia que indica la superficie aproximada que el artículo ocupa en el periódico, es alta en la mayor parte de las ocasiones

RELEVANCIA	Total	Porcentaje
ALTA	126	40,78
ESCASA	97	31,39
MEDIA	86	27,83

- no encontramos la fuente en un 68 % y cuando aparece destaca sin lugar a dudas las publicaciones, que son el 23 % del total, siendo mayoritariamente periódicos de Madrid

CONSTA FUENTE	TIPO DE FUENTE	Total	Porcentaje
Sí	PUBLICACIONES	71	22,98
Sí	OTROS	21	6,80
Sí	CORRESPONSALES	3	0,97
Sí	CONGRESOS Y REUNIONES	3	0,97
Sí		Total 98	31,72
No		Total 211	68,28

Dejamos en último lugar los campos referidos al desarrollo de los hechos, y el de los contenidos, que son los que consideramos sin lugar a dudas más interesantes.

- en el primero, o sea el lugar, se ve claramente el carácter local de los acontecimientos, publicando el diario asuntos referentes principalmente a su entorno, quedando los artículos distribuidos de la siguiente forma:

LUGAR	Total	Porcentaje
Provincia de Valencia	77	24,92
Ciudad de Valencia	73	23,62
España	72	23,30
Región de Valencia	33	10,68
Europa	22	7,12
[Anuncios]	19	6,15
Resto del mundo	8	2,59
Territorios de ultramar	3	0,97
No consta	2	0,65

Vemos que Valencia y su provincia se llevan la mitad de los artículos publicados

- en el segundo, el referido a los contenidos, es el que mayores problemas nos ha dado. En orden de frecuencia los contenidos quedan expuestos en la siguiente tabla:

CONTENIDO	Total	Porcentaje
Asesinatos y homicidios	88	28,48
Reos de muerte	26	8,41
Otros	19	6,15
Robos y hurtos	19	6,15
Publicidad y anuncios	18	5,83
Atentados	15	4,85
Juicios	12	3,88
Detenciones	12	3,88
Justicia y leyes	10	3,24
Secuestros	9	2,91
Estadísticas	9	2,91
Peleas y riñas	8	2,59
Hospitales	7	2,27
Suicidios	6	1,94
Bandidos	6	1,94
Dementes	6	1,94
Ejército	4	1,29
Cárceles y presidios	4	1,29
Enfermedades mentales	4	1,29
Envenamientos	4	1,29
Fugas	4	1,29
Estafas	4	1,29
Delitos cometidos por mujeres	3	0,97
Alcohol	2	0,65
Delitos cometidos por niños	2	0,65

CONTENIDO	Total	Porcentaje
Chantajes	2	0,65
Manicomios	2	0,65
Seguridad Pública	2	0,65
Venganzas	1	0,32
Intentos de suicidio	1	0,32

Son por tanto, los asesinatos y homicidios, los que aparecen con mayor frecuencia, ocupando más de 1/4 del total de los artículos.

En los artículos en los que aparecía más de un delito, hemos establecido como criterio el incluirlo en el tipo de delito que consideráramos más relevante.

Nos gustaría comentar que el número total de artículos encontrados en este periódico a lo largo de esta década ha sido de 309, algunos de ellos verdaderamente interesantes para el tema de tesis que nos ocupa, pero nos gustaría citarles uno en especial, debido al lugar en que nos encontramos, recogido el 10 de febrero de 1883, que tiene como fuente el «Diario de Tortosa» y que lleva por título «Pancha Ampla en la cárcel de Tortosa», cuyo texto presentamos resumido a continuación:

«Anteayer tuve ocasión de visitar al criminal Pancha Ampla. Tenía sujetos los pies, aunque podía andar fácilmente. Hablamos con él largo rato. Su voz es algo oscura. Viste el traje compuesto de pantalón, alpargatas, boina, camisa de color, chaleco de punto negro y otro negro encima de éste.

Pancha Ampla, sin tener una figura interesante, no presenta antipática fisonomía. Habla poco y aparenta aspecto de tranquilidad.

Hablando acerca de alguna época desde su última fuga nos afirmó repetidamente que no había permanecido por este país durante el verano; que ignoraba la persecución de que era objeto, que no sabía se ocupasen de su persona los periódicos de Cataluña y Madrid y que vivía muy tranquilo en la vecina nación y que no había robado nada a nadie.

Parece que el procesado optaría a su gusto por estar en la cárcel de Tarragona, en vez de sufrir su encierro aquí. Esa fue la última manifestación que nos hizo Pancha Ampla al despedirse, al objeto de transmitir al público las impresiones que nos dejara la conversación con el pobre criminal, cuyo aspecto, con sus ojos pequeños, barba rubia corrida, pero corta, rostro algo lastimado por la viruela, y sano color, nada tiene de repugnante».

Pancha Ampla es un bandido muy famoso en la época, del que los periódicos dan diversas noticias en sucesivos años, y aunque posteriormente (19/06/1883) leemos «Ejecución de Pancha Ampla» teniendo como fuente a los diarios de Tarragona, les comentaremos para finalizar que vuelve a saberse de él años después, esta vez, fugándose de la cárcel de las Torres de Serranos, en Valencia, con lo que averiguamos que dicha sentencia no se ejecutó.

Podemos recapitular, en el estado actual de nuestras investigaciones, que se verifica en el caso de «Las Provincias», el desarrollo de un discurso médico en torno a la personalidad del criminal, coincidente con el reflejado en la bibliografía especializada, previo al asesinato del arzobispo de Madrid por el cura Galeote, punto de inflexión fundamental en la medicalización del delito.

Bibliografía:

ALTABELLA, J. (1970), *Las Provincias: eje histórico del periodismo valenciano*, Madrid, Editora Nacional. A.

ALVAREZ PELAEZ, R.; HUERTAS, R. (1987), *¿Criminales o locos?. Dos peritajes psiquiátricos del Dr. Gonzalo R. Lafora,* Madrid, CSIC.

CAMPOS MARIN, R. (1998), «La higiene mental en marcha: profilaxis, vulgarización e higiene mental en Francia y España (1918-1939)». En: BALLESTER, R.(ed.): *La medicina en España y en Francia y sus relaciones con la ciencia, la tradición y los sabres tradicionales (siglos XIX a XX)*, Alicante, Universidad Miguel Hernández, 197-219.

GALERA, A. (1991), *Ciencia y delincuencia. El determinismo antropológico en la España del siglo XIX*, Sevilla, CSIC.

HARRIS, R. (1989), *Murders and Madness. Medicine, Law, and Society in the Fin de Siècle,* Oxford, Clarendon Press.

HUERTAS, R., (1987), *Locura y degeneración*, Madrid, CSIC.

HUERTAS, R., (1991), *El delincuente y su patología. Medicina, crimen y sociedad en el positivismo argentino,* Madrid, CSIC.

HUERTAS, R.; MARTINEZ-PEREZ, J. (1993), «Disease and crime in Spanish positivist psychiatry», *History of Psychiatry*, iv , 459-481.

LAS PROVINCIAS (enero 1875 – abril 1886), Valencia, Las Provincias.

LOPEZ PIÑERO, J. M.; GARCIA BALLESTER, L.; FAUS SEVILLA, P. (1964), *Medicina y Sociedad en la España del siglo XIX,* Madrid, Sociedad de estudios y publicaciones.

MARTINEZ-PEREZ, J. (1998), «De la conducta excéntrica a la enfermedad mental: sobre las vías de vulgarización en España del pensamiento psiquiátrico decimonónico». En: BALLESTER, R.(ed.): *La medicina en España y en Francia y sus relaciones con la ciencia, la tradición y los saberes tradicionales (siglos XIX a XX)*, Alicante, Universidad Miguel Hernández, 147-167.

REY GONZALEZ, A. M. (1990), *Estudios médico-sociales sobre marginados en la España del siglo XIX,* Madrid, Ministerio de Sanidad y Consumo.

ACTES DE LES V TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 541-549

ARTICULOS DE ASTRONOMÍA Y METEOROLOGÍA PUBLICADOS EN LOS *ANALES DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FISICA Y QUIMICA* (1903-1937)

M. Valera; C. López Fernández
U.D. Historia de la Medicina. Universidad de Murcia

Palabras clave: *Astronomía, Meteorología, España, siglo XX.*

Astronomical and meteorological papers published in the *Anales de la RSEFQ* (1903-1937)

Summary: *In the present work we offer a description and a detailed list of the astronomical and meteorological papers published in the Annals of the RSEFQ during the period 1903-1937.*

Key words: *Astronomy, Meteorology, Spain, First third XXth Century.*

A diferencia de lo que sucede en otros ámbitos de las investigaciones físicas, los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química (ARSEFQ)* no constituyen la única y más importante revista en la que quedan reflejadas las investigaciones españolas sobre Astronomía y Meteorología durante el primer tercio de nuestro siglo. Existen revistas especializadas dedicadas exclusivamente a estos temas, como por ejemplo el *Boletín de la Sociedad Astronómica de Barcelona*, la *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, así como las editadas por diferentes Observatorios, como el *Boletín Astronómico del Observatorio de Madrid*, el del Ebro, el de La Cartuja, el de Igueldo, el Fabra, etc. Incluso en las revistas de las Academias de Ciencias de Madrid y Barcelona se puede encontrar un gran número de trabajos dedicados a tales materias, sin olvidar que la revista de esta última sociedad era también órgano de expresión del Observatorio Fabra hasta 1919. Por ello, los resultados y conclusiones obtenidos a partir de los *Anales de la RSEFQ* deberían ser completados con otros estudios que analizaran el resto de las publicaciones mencionadas, lo que permitiría reflejar con mayor exactitud la situación de las materias incluidas en nuestro estudio. De todos modos, los 66 artículos publicados sobre estas materias en los *Anales* (que suponen algo más del quince por ciento del total de trabajos de física aparecidos en la revista en esa época), no resultan una cantidad desdeñable ni mucho menos, y constituyen, sin duda, una buena muestra de las investigaciones que en estas materias se efectuaron en España en el primer tercio de siglo. Además, la breve descripción del contenido de los artículos que ofrecemos en nuestro estudio, junto a la inclusión de la lista completa de estos trabajos, suponemos que permitirá conocer más en profundidad estas investigaciones.

El total de autores de estos trabajos asciende a 29 y entre ellos el más destacado en términos cuantitativos es Victoriano Fernández Ascarza, con 17 trabajos. Del resto de autores cabe señalar a Pedro Carrasco Garrorena, con siete trabajos; José Estalella, con cinco; Francisco Iñiguez, Mariano Doporto y Arturo Duperier, con cuatro, etc.

El centro de trabajo donde se realiza mayor cantidad de artículos es el Observatorio Astronómico de Madrid, con 32; es también el centro al que pertenece un mayor número de autores, ocho, entre los que se encuentran Fernández Ascarza, Carrasco, Iñiguez, etc. En distintos Observatorios o Centros Meteorológicos y similares se efectúan once trabajos, y a ellos corresponden seis autores, entre los que se encuentran Doporto (Observatorio de Igueldo de San Sebastián) y Duperier (Observatorio Meteorológico de Madrid). También se realizan once trabajos en diferentes Facultades de Ciencias, a las que pertenecen ocho autores, mientras que en Centros de Enseñanza Media corresponden ocho artículos y cuatro autores, entre ellos Estalella (Instituto de Tarragona). En cuanto a la localización geográfica de las ciudades en donde se realizaron los trabajos, casi dos tercios de ellos, 43, se efectuaron en Madrid, y el resto en distintas ciudades españolas.

Notas descriptivas de los artículos de astronomía y meteorología

Los artículos considerados versan sobre temas muy diferentes: observaciones solares, tempestades eléctricas, radiación calorífica, etc. Con el fin de proporcionar una mejor visión general de los mismos y de facilitar su exposición, hemos reagrupado los trabajos en conjuntos de artículos afines por su contenido, sin que esto quiera decir que correspondan a líneas de investigación sistemáticas perfiladas o a estudios continuados sobre un mismo tema. Comenzaremos por los correspondientes a las observaciones astronómicas (manchas solares, eclipses de sol, etc.), pasando después a describir los dedicados a observaciones de carácter meteorológico, para terminar con un reducido grupo de trabajos de índole teórica sobre Cosmología.

1. Artículos sobre manchas solares

Tres artículos están dedicados a esta cuestión. En los dos primeros V. Fernández Ascarza y V. Reig (1903a, 1903b) dan cuenta de las manchas observadas en el OAM durante el primer trimestre de 1903, y sobre las observadas entre el 5 y el 17 de octubre del mismo año. Bastante más tarde aparece otro trabajo de M. Aguilar (1917) en el que da cuenta de las manchas solares observadas en el OAM durante el tiempo comprendido entre el 28 de diciembre de 1916 y el 9 de enero del año siguiente.

2. Trabajos sobre eclipses solares

El eclipse de sol ocurrido en agosto de 1905 dio lugar a tres trabajos, dos de ellos realizados por García de la Cruz (1905a; 1905b), de carácter bastante elemental, y el tercero realizado por González Frades (1905), a partir de las observaciones efectuadas en el Observatorio Meteorológico de la Universidad de Valladolid.

Posteriormente se publicarían tres artículos más sobre eclipses solares observados en diferentes épocas. Dos de ellos, debidos a Carrasco (1914a; 1915a), se refirieren al eclipse que tuvo lugar en abril de 1912, mientras que en el tercero, Fernández Ascarza (1914b) da cuenta de los trabajos desarrollados por la comisión española de observación del eclipse solar de agosto de ese mismo año. El segundo de los trabajos de Carrasco es de un nivel muy superior los restantes, dando un amplio y detallado estudio espectrográfico del eclipse citado, que será base de estudios posteriores de tipo más teórico del propio autor.

3. Observaciones espectroheliográficas

Ocho artículos se refieren a diferentes cuestiones relacionadas con observaciones de este tipo. En el primero de ellos, de carácter eminentemente práctico, Fernández Ascarza (1908b), basándose en sus visitas a los Observatorios de Tortosa (*sic*) y de Meudon (Francia), ofrece unas indicaciones extensas y detalladas para la instalación de espectroheliógrafos. Más tarde, el propio Fernández Ascarza (1914a; 1915a) dará cuenta de las observaciones realizadas en el OAM con el espectroheliógrafo. Dos artículos más, referidos a protuberancias solares observadas en diferentes fechas por Carrasco (1918) y Jiménez Landí (1919), respectivamente, están también basados en observaciones espectroheliográficas.

Por otra parte, durante el eclipse de sol de 1914, al que anteriormente hicimos referencia, Carrasco (1914b) observa una nueva raya coronal en el espectro solar, que constituye un trabajo preliminar respecto a los interesantes artículos que publicará poco después (CARRASCO, 1915b; 1916) en los que ofrece un estudio teórico sobre el espectro de líneas de la corona solar.

4. Estudios sobre la radiación solar

Este grupo de trabajos está constituido por cinco artículos, tres de ellos debidos a Fernández Ascarza y los otros dos a Cos y a Gorczynski, respectivamente.

Los tres artículos de Fernández Ascarza se refieren a registros de la radiación solar; en el primero (FERNÁNDEZ ASCARZA, 1908a) ofrece una indicación sobre las horas de insolación en Madrid, mientras que en los otros dos da cuenta de los estudios pirheliométricos por él realizados en el OAM (FERNÁNDEZ ASCARZA, 1915b; 1916).

Los otros dos trabajos ofrecen un cariz más instrumental, pues se refieren a la descripción de pirheliómetros. Cos (1903) describe y explica el manejo del pirheliómetro de compensación eléctrica de Amstrong, mientras que L. Gorczynski (1924) explica el pirheliómetro termoeléctrico que lleva su nombre, basado en la medida de las corrientes producidas en una pila termoeléctrica por las radiaciones solares.

5. Otras observaciones astronómicas

Cinco trabajos corresponden a observaciones astronómicas distintas de las solares, cuatro de los cuales son realizados por F. Iñiguez y el restante por Martín Lorón. En el primero de sus trabajos, Iñiguez (1908) da cuenta de las observaciones espectroscópicas realizadas

durante el paso de Mercurio sobre el disco del sol; en el segundo (IÑIGUEZ, 1909), ofrece un estudio sobre el espectro de la estrella (Lyrae, que constituye el prototipo de una clase de estrellas variables; en el tercero (IÑIGUEZ, 1910) realiza un estudio del espectro del cometa de 1910; y, finalmente, en el cuarto de sus trabajos, publicado diez años más tarde, estudia el espectro de las estrellas novas (IÑIGUEZ, 1920).

Por su parte, Martín Lorón (1935) estudia la determinación de la temperatura efectiva de algunas estrellas por métodos espectrofotométricos.

6. Registro de fenómenos meteorológicos

Incluimos en este grupo diez trabajos, ocho de los cuales se refieren a tempestades eléctricas y los otros dos a fenómenos marítimos. En los ocho trabajos sobre tempestades eléctricas, todos ellos realizados por Fernández Ascarza (1903a, b, c, d, e, f; 1904a, b), se consignan las tempestades eléctricas habidas en España durante 1902 y 1903. Es interesante señalar que los datos en los que basa sus artículos Fernández Ascarza le eran suministrados por maestros de toda España, a los que el propio autor pidió esta colaboración a través de la revista *El Magisterio Español*, dirigida por el mismo Fernández Ascarza.

Los dos trabajos restantes versan sobre fenómenos marítimos; en el primero, J. de la Torre (1903) ofrece una reducida nota sobre el régimen de marejadas existente en Gijón y su relación con el clima, mientras que en el segundo E. Mier (1908) establece una relación entre la frecuencia de las olas y la observación de ciertos microsismos, a partir de unas observaciones efectuadas en Santander y suministradas al autor.

7. Artículos sobre tormentas

Siete son los trabajos incluidos en este grupo. En el primero, de naturaleza totalmente especulativa, García de la Cruz (1903) nos ofrece, a partir de la observación del granizo, una teoría sobre ciertos fluidos que él denomina «turbios».

De los seis trabajos restantes, cinco corresponden a Estalella y uno a E. Mathias. El trabajo de este último (MATHIAS, 1925), que dio origen precisamente a todos los demás, versa sobre los fenómenos luminosos y sonoros del relámpago fulgurante. Poco después de su publicación, inicia Estalella la serie de sus cinco artículos con una pequeña nota (ESTALELLA, 1925a) en la que indica que Schopenhauer ya había manifestado algo parecido a lo expuesto por Mathias. Todavía en el mismo año publicará Estalella (1925b) otro trabajo sobre la teoría del choque de retroceso, y al año siguiente tres más, dos sobre el granizo (ESTALELLA, 1926a; 1926b) y el otro sobre la influencia del pararrayos en las fulminaciones secundarias (ESTALELLA, 1926c).

8. Electricidad y magnetismo terrestres

Incluimos en este grupo cinco trabajos publicados en épocas muy distintas y de contenido muy dispar. Los dos primeros, debidos ambos a Brañas, aparecen en los años iniciales

de la Sociedad; en el primero (Brañas, 1905), analiza la influencia del eclipse de sol habido en 1905 (al que nos hemos referido anteriormente) sobre la declinación magnética; en el segundo (Brañas, 1910), describe un nuevo magnetófono de registro mecánico automático, cuya utilidad es la de observar desviaciones del magnetismo terrestre.

Los trabajos restantes aparecen en los años treinta. En el primero Baltá (1930) estudia las anomalías producidas en la propagación de ondas cortas a partir de observaciones efectuadas en Barcelona, fenómeno denominado de «aire opaco u obturado» y cuyo origen hay que buscar, tanto en la constitución de la estratosfera y de su capa ionizada, como en determinadas perturbaciones que tienen lugar en regiones inferiores de la troposfera. En el segundo, Duperier (1932) realiza un interesante estudio sobre el campo eléctrico terrestre y sus fluctuaciones, así como su posible origen. En el último, Mairlot (1934) estudia la influencia del eclipse de sol ocurrido en agosto de 1932 en la propagación de las ondas cortas, a partir de observaciones realizadas en la estación radioemisora propiedad del autor situada en El Caleyo (Asturias).

9. Estudios sobre la atmósfera terrestre

Este es el grupo más numeroso de artículos, pues comprende 13 trabajos, casi todos ellos realizados en la última parte de la época considerada. Concretamente, excepto un trabajo de Cabrera, los restantes aparecen a partir de los años veinte; el articulo de Cabrera (1903), en el que estudia la variación diurna de la componente horizontal del viento, ofrece el interés de constituir el resumen de su tesis doctoral.

La correspondencia existente entre los crecimientos de la presión atmosférica y las variaciones inversas de la densidad del aire local son analizadas por Espurz (1927), que a su vez relaciona esta cuestión con las llamadas «olas de frío». Por su parte, Domingo y Quílez (1932), a través del estudio de la evaporación en embalses extensos, realiza un cálculo de la masa evaporada por día y por centímetro cuadrado de superficie, teniendo en cuenta que las condiciones reales ambientales, en las cuales tiene lugar la difusión del vapor de agua en la baja atmósfera, provienen de los movimientos turbulentos del aire cerca del sol. Poco más tarde, Doetsch (1934) estudia la permeabilidad de la atmósfera a las radiaciones ultravioletas.

A Duperier corresponden tres de los artículos incluidos en este grupo: en el primero (DUPERIER, 1932a), estudia la distribución vertical de temperaturas en el centro de España, en el siguiente (DUPERIER-VIDAL, 1937) la conductibilidad eléctrica del aire y en el tercero (DUPERIER, 1937) la radiación cósmica.

Doporto, uno de los autores más importantes del último periodo, intenta resumir en uno de sus trabajos (DOPORTO, 1927) los conocimientos adquiridos sobre la estructura de la atmósfera: explica la existencia de la estratosfera y deduce su composición, interpretando además fenómenos tales como el crepúsculo, las auroras, etc. El propio Doporto (1936a; 1936b), dedica dos trabajos al coeficiente de turbulencia atmosférico, estudiando su relación con la variación del viento y con los gradientes de temperatura.

Finalmente, los tres trabajos restantes corresponden a otros tantos trabajos de tipo teórico en los que se establecen relaciones de aplicación directa entre diversos métodos matemáticos y fenómenos de tipo meteorológico. En el primero de estos trabajos, Arbaiza (1921), catedrático del Instituto de Santiago de Compostela, expone la utilidad del análisis

armónico mediante series de Fourier a la explicitación de la periodicidad anual de fenómenos atmosféricos. En el siguiente, Carrasco (1929) también ofrece una explicación sobre la aplicación del análisis armónico, aplicándolo en este caso al análisis de los valores normales de la temperatura media de Madrid en el transcurso del año. Al año siguiente, Doporto (1930) muestra de modo riguroso el problema de la investigación de periodicidades aplicado por los meteorólogos a los casos de predicciones a medio y largo plazo, al tiempo que también se estudia la eliminación de periodicidades conocidas, remarcando la identidad de los métodos del periodograma y de la búsqueda de medias diarias y anuales.

10. Artículos de Cosmología y Relatividad

Incluimos finalmente cuatro artículos de contenido y de interés diverso sobre relatividad general y cosmología.

En el primero de estos artículos, Plans (1920) estudia la forma de los rayos luminosos en el campo de un centro gravitatorio a la luz de la teoría general de la relatividad. Unos años después, Ramón y Ferrando (1926) discute la interpretación de Millikan sobre la radiación cósmica, sugiriendo otra interpretación basada en que esta radiación sea una radiación negra, es decir que cumpla la ley de Wien. El coronel Herrera (1934) publica ya en los años treinta un artículo sobre el universo y la hiperdinámica, dando una explicación no relativista del mismo, y poco después Domingo y Quílez (1935) trata la cuestión del universo cíclico en expansión, en el que, igualmente, ofrece una explicación no relativista del desplazamiento de las rayas del espectro en las nebulosas espirales.

Fuentes bibliográficas

AGUILAR, M. (1917), «Contribución a los estudios solares. Grupos de manchas observado del 28 de diciembre de 1916 al 9 de enero de 1917». *ARSEFQ*, *15*, 23-29.

ARBAIZA, J. (1921), «Análisis armónico. Su fundamento teórico y los métodos gráficos». *ARSEFQ*, *19*, 394-445.

BALTA, J. (1930), «Anomalías en la propagación de las ondas cortas observadas en Barcelona». *ARSEFQ*, *28*, 1021-1035.

BRAÑAS, G. (1905), «Influencia del eclipse total de sol de 30 de agosto último sobre la declinación magnética. Observaciones hechas en La Coruña». *ARSEFQ*, *3*, 340-342.

BRAÑAS, G. (1910), «Nuevo magnetófono de registro mecánico automático». *ARSEFQ*, *8*, 345-349.

CABRERA, B. (1903), «Variación diurna de la componente horizontal del viento». *ARSEFQ*, *1*, 16-31.

CARRASCO, P. (1914a), «El eclipse de sol de 17 de abril de 1912. Su naturaleza en la zona española». *ARSEFQ*, *12*, 482-499.

CARRASCO, P. (1914b), «Nueva raya coronal». *ARSEFQ*, *12*, 510-512.

CARRASCO, P. (1915a), «Observaciones espectrográficas del eclipse de sol del 17 de Abril de 1912». *ARSEFQ*, *13*, 181-238.

CARRASCO, P. (1915b), «Estudios teóricos sobre el espectro de líneas de la corona solar. I».

ARSEFQ, 13, 469-477.
CARRASCO, P. (1916), «Estudios teóricos sobre el espectro de líneas de la corona solar. II». *ARSEFQ, 14,* 242-248; 267-271 y 305-312.
CARRASCO, P. (1918), «Contribución al estudio del espectro cromosférico. Protuberancia eruptiva del 6 de julio de 1917». *ARSEFQ, 16,* 700-706.
CARRASCO, P. (1929), «Contribución al análisis armónico de funciones experimentales». *ARSEFQ, 27*, 555-560.
COS, F. (1903), «Determinaciones de la intensidad de la radiación calorífica del sol en el pirheliómetro de compensación eléctrica de Amstrong». *ARSEFQ, 1*, 271-278.
DOETSCH, J. (1934), «Acerca de la permeabilidad de la atmósfera y de los vidrios a las radiaciones ultravioletas». *ARSEFQ, 32*, 65-71.
DOMINGO Y QUÍLEZ, J. (1932), «Evaporación en los extensos embalses». *ARSEFQ, 30,* 492-504.
DOMINGO Y QUÍLEZ, J. (1935), «Acerca de la explicación no relativista del desplazamiento de las rayas del espectro en las nebulosas espirales. El universo cíclico en explosión». *ARSEFQ, 33*, 831-843.
DOPORTO, M. (1927), «La estructura de la atmósfera troposfera y estratosfera». *ARSEFQ, 25*,·139-154.
DOPORTO, M. (1930), «Investigación de periodicidades». *ARSEFQ, 28*, 331-341.
DOPORTO, M. (1936a), «El coeficiente de turbulencia y la variación del viento con la altura sobre Madrid». *ARSEFQ, 34*, 298-303.
DOPORTO, M. (1936b), «Acerca de la relación entre el coeficiente de turbulencia atmosférica y los gradientes verticales de viento y temperatura». *ARSEFQ, 34,* 304-306.
DUPERIER, A. (1932a), «Distribución vertical de la temperatura en la atmósfera del centro de España». *ARSEFQ, 30*, 743-750.
DUPERIER, A. (1932b), «Sobre las fluctuaciones del campo eléctrico terrestre». *ARSEFQ, 30,* 751-758.
DUPERIER, A.; VIDAL, J. M. (1937), «Sobre la conductibilidad eléctrica del aire en Madrid». *ARSEFQ, 35,* 5-20.
DUPERIER, A. (1937), «La radiación cósmica en Madrid y en Valencia». *ARSEFQ, 35,* 249-262.
ESPURZ, D. (1927), «A propósito de la correlación entre las variaciones de presión y densidad del aire». *ARSEFQ, 25,* 490-493.
ESTALELLA, J. (1925a), «Acerca de la teoría de los fenómenos del relámpago fulgurante, debida a E. Mathias». *ARSEFQ, 23,* 186-187.
ESTALELLA, J. (1925b), «Corolarios a una teoría del choque de retroceso». *ARSEFQ, 23,* 419-426 ESTALELLA, J. (1926a), «Algunas consideraciones sobre la formación del granizo». *ARSEFQ, 24*, 251-256.
ESTALELLA, J. (1926b), «Influencia de los pararrayos en las fulminaciones secundarias». *ARSEFQ, 24,* 318-322.
ESTALELLA, J. (1926c), «Contribución al estudio de la materia ceráunica». *ARSEFQ, 24,* 587-599.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1903a), «Tempestades eléctricas en España durante el año 1902. *ARSEFQ, 1,* 8-14.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1903b), «Tempestades eléctricas en abril de 1903». *ARSEFQ, 1,* 104-110.

FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1903c), «Tempestades eléctricas en mayo de 1903». *ARSEFQ, 1,* 120-131.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1903d), «Tempestades eléctricas en junio de 1903». *ARSEFQ, 1,* 178-188.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1903e), «Tempestades eléctricas en julio de 1903». *ARSEFQ, 1,* 229-236.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1903f), «Tempestades eléctricas en agosto de 1903». *ARSEFQ, 1,* 279-282.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1904a), «Tempestades eléctricas en España durante el mes de septiembre de 1903». *ARSEFQ, 2,* 20-26.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1904b), «Resumen de tempestades eléctricas en 1903, con algunas indicaciones sobre las mismas». *ARSEFQ, 2,* 52-55.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1908a), «Notas sobre las horas de insolación en Madrid y la conveniencia y facilidad de extender estas observaciones». *ARSEFQ, 6,* 13-21.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1908b), «Notas para el estudio e instalación de los espectroheliógrafos». *ARSEFQ, 6,* 146-180.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1914a), «Las observaciones espectroheliográficas en el Observatorio de Madrid durante el mes de diciembre de 1913». *ARSEFQ, 12,* 40-44;
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1914b), «Eclipse total de sol de 21 de agosto de 1914 Trabajos de la comisión española Nota preliminar». *ARSEFQ, 12,* 460-469.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1915a), «Observaciones espectroheliográficas algunos flóculos solares notables en 1914». *ARSEFQ, 13,* 54-64.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1915b), «La radiación solar nota sobre las observaciones pirheliométricas hechas durante el verano de 1915». *ARSEFQ, 13,* 443-453.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1916), «La radiación solar. Estudios pirheliométricos». *ARSEFQ, 14,* 61-91; 131-165; y 210-235.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V.; REIG, G. (1903a), «Manchas de sol durante el primer trimestre de 1903». *ARSEFQ, 1,* 52-60.
FERNÁNDEZ ASCARZA, V.; REIG, G. (1903b), «La mancha de sol del 5 al 17 de octubre de 1903». *ARSEFQ, 1,* 242-245.
GARCÍA DE LA CRUZ, V. (1903), «Histología de los fluidos turbios». *ARSEFQ, 1,* 237-242.
GARCÍA DE LA CRUZ, V. (1905a), «Explicación de las bandas oscilantes que se han observado durante los eclipses de sol». *ARSEFQ, 3,* 245-249.
GARCÍA DE LA CRUZ, V. (1905b), «Hipótesis sobre la corona solar». *ARSEFQ, 3,* 252-255.
GONZÁLEZ FRADES, L. (1905), «Nota de las observaciones efectuadas en la Universidad de Valladolid durante el eclipse total de sol que tuvo lugar el 30 de agosto de 1905». *ARSEFQ, 3,* 353-365.
GORCZYNSKI, L. (1924), «Un sencillo pirheliómetro termoeléctrico para el registro directo de la intensidad de la radiación solar». *ARSEFQ, 22,* 484-496.
HERRERA, E. (1934), «El universo y la hiperdinámica». *ARSEFQ, 32,* 109-127.
IÑIGUEZ, F. (1908), «Observación espectroscópica del paso de Mercurio sobre el disco del Sol en el Observatorio de Madrid». *ARSEFQ, 6,* 141-146.
IÑIGUEZ, F. (1909), «Notas sobre el espectro de β Lyrae». *ARSEFQ, 7,* 366-383.

IÑIGUEZ, F. (1910), «Notas sobre el espectro del cometa 1910». *ARSEFQ, 8,* 163-167.
IÑIGUEZ, F. (1920), «Espectro de las estrellas nuevas». *ARSEFQ, 18*, 346-357.
JIMENEZ, P. (1919), «Protuberancia observada del 23 al 26 de abril de 1919». *ARSEFQ, 17,* 172-174.
MAIRLOT, E. (1934), «Influencia del eclipse de sol del 31 de agosto de 1932 sobre la propagación de las ondas cortas». *ARSEFQ, 32*, 1029-1044.
MARTIN LORON, M. (1935), «Determinación de la temperatura efectiva de algunas estrellas por método espectrofotométrico». *ARSEFQ, 33*, 602-626.
MATHIAS, E. (1925), «Sobre los fenómenos luminosos y sonoros del relámpago fulgurante». *ARSEFQ, 23*, 33-38.
MIER, E. (1908), «Algunos datos acerca de la frecuencia de las olas y de su relación con ciertos microsismos». *ARSEFQ, 6*, 504-519.
PLANS, J. M. (1920), «Nota sobre la forma de los rayos luminosos en el campo de un centro gravitatorio según la teoría de Einstein». *ARSEFQ, 18*, 367-372.
RAMÓN Y FERRANDO, F. (1926), «Del origen de la radiación ultrapenetrante». *ARSEFQ, 24*, 234-243.
TORRE, J. de la (1903), «Régimen de las marejadas en Gijón». *ARSEFQ, 1*, 61.

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 551-560

LLISTA D'INSCRITS

AGUIRRE MARCO, CARLA PILAR
Departament d'Història de la Ciència i Documentació
Universitat de València
Av. Blasco Ibáñez, 17
46010 VALÈNCIA

ALBERCA SILVA, LUIS F.
Observatori de l'Ebre
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

ALEGRIA MONROIG, CINTA
Aula-Centre Psicopedagògic
Cervantes, 1
43500 TORTOSA

ALSINA CALVÉS, JOSEP
Associació del professorat d'ensenyament públic de Catalunya
Ausiàs Marc, 26, 3r 2a
08010 BARCELONA

ALTADILL FELIP, DAVID
Institut Universitari Observatori de l'Ebre, CSIC URL
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

ÁLVAREZ LIRES, MARIA M.
Tomás A. Alonso, 185, 6º 5ª
36208 VIGO

ANDUAGA EGAÑA, AITOR
Goribar Auzoa, 6
20560 OÑATI

ARASA TULIESA, ÁLVARO
Rosa Molas, 25A, 2B
43500 TORTOSA

ARRIZABALAGA VALBUENA, JON
Institució "Milà i Fontanals" CSIC
Egipcíaques, 15
08001 BARCELONA

AZNAR GARCIA, JOSEP VICENT
Sueco, 42
46410 SUECA

BARBERÀ SALAYET, RAMON-JOSEP
Ajuntament de Roquetes
Rebull, 9
43520 ROQUETES

BARCA SALOM, FRANCESC
CRHT, ETS d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Av. Diagonal, 647, 1r
08028 BARCELONA

BARONA VILAR, JOSEP LLUÍS
Departament d'Història de la Ciència i Documentació
Universitat de València
Av. Blasco Ibáñez, 17
46010 VALÈNCIA

BATLLÓ ORTIZ, JOSEP
Escola Universitària de Ciències Empresarials, Dr. Manyà
Camí B, ctra simpàtica, 5
43500 TORTOSA

BENÍTEZ MERINO, FRANCESC
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

BERNABEU MESTRE, JOSEP
Departament de Salut Pública
Universitat d'Alacant
Apartat de Correus 99
03080 ALACANT

BERNAT LÓPEZ, PASQUAL
Bellmunt, 20
08571 ST. VICENÇ DE TORRELLÓ

BERTOMEU SÁNCHEZ, JOSÉ RAMÓN
Departament d'Història de la Ciència i Documentació
Universitat de València
Av. Blasco Ibáñez, 17
46010 VALÈNCIA

BLANES NADAL, GEORGINA
Departament de Física Aplicada EPS Alcoi
Passeig del Viaducte, 1
03801 ALCOI

BORDONS DE PORRATA-DORIA, ALBERT
Departament de Bioquímica i Biotecnologia URV
Plaça Imperial Tarraco, 1
43005 TARRAGONA

BUCH HERRERO, ALEIX
IES La Vall del Tenes
Camí antic de Caldes, s/n
08187 STA. EULÀLIA DE RONÇANA

BUJOSA HOMAR, FRANCESC
Universitat de les Illes Balears
Edifici Ramon Llull
Av. del Cid, 56
07198 PALMA

CABALLER VIVES, MARÍA CINTA
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de San Sebastián
Universidad del País Vasco
Av. Felipe IV, 1-B
20080 DONOSTIA

CALATAYUD GINER, SALVADOR
Universitat de València
Departament Anàlisi Econòmica
Edifici Departamental Oriental - Campus dels Tarongers
46022 VALÈNCIA

CALVO CALVO, ÀNGEL
Plaça Sants 7, 6è 1ª
08028 BARCELONA

CANO SANTOS, MARIÀ
IES "Els alfacs"
C/ Dr. Torné, s/n
43540 SANT CARLES DE LA RÀPITA

CANTIERI HUGUET, SILVIA
IES Castellarnau
Carretera de Sabadell a Terrassa, km 15
08271 SABADELL

CAPARRÓS BAYARRI, LIBERTAD
Universitat de València
Major, 131
46136 MUSEROS (VALÈNCIA)

CARDÚS ALMEDA, JOSEP ORIOL
Observatori de l'Ebre
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

CARLES HIERRO, VICKY
IES Roquetes
Av. Pare Romanyà
43520 ROQUETES

CARTAÑÀ PINÉN, JORDI
E. Viver Castell de Sant Foix
Camí de Can Girona, s/n
08107 STA. MARIA DE MARTORELLES

CASANOVAS CORDERROURE, JUAN
Specola Vaticana
V-00120 CITTÀ DEL VATICANO

CASASSAS SIMÓ, ENRIC
Teodora Lamadrid, 30 ent 2ª
08022 BARCELONA

CASTELLÀ CID, JOSEPA
IES "R. Berenguer IV"
Mestre Sunyer, s/n
43870 AMPOSTA

CASTELLS LLAVANERA, MARINA
Dep. Didàctica de les Ciències Experimentals i Matemàtica
Universitat de Barcelona
Passeig de la Vall d'Hebron, 171
08035 BARCELONA

CATALÀ GORGUES, JESÚS IGNASI
Institut d'estudis documentals i històrics sobre la ciència
Av. Blasco Ibáñez, 15
46010 VALÈNCIA

CHABÀS BERGON, JOSEP
General Mitre, 218
08006 BARCELONA

CHÁFER ANDREU, AITANA
Facultat d'Història
Universitat de València
Avda Blasco Ibáñez, 28
46010 VALÈNCIA

CLEMENTE MARTÍNEZ, CARME
Escola d'Arts Aplicades
Pl. Sant Joan, 5
43500 TORTOSA

CODINA PASCUAL, ROSER
Departament Didàctica de les Ciències Experimentals i Matemàtica
Passeig de la Vall d'Hebron, 171
08035 BARCELONA

CORDERO GONZALEZ, CONSOL
Departament d'Ensenyament
EAP T– 10
Germandat, 16
43780 GANDESA

CORELL DOMENECH, MARÍA VICENTA
Literato Gabriel Miró, 40 12
46008 VALÈNCIA

CUELLO SUBIRANA, JOSEP
Facultat d'Educació
Universitat de Vic
Sagrada Família, 7
08500 VIC

CURTO HOMEDES, ALBERT
Arxiu Històric Comarcal
Terres de l'Ebre
Sant Domènec, 21-23
43500 TORTOSA

DE LA FUENTE CULLELL, PERE
IES Terra Roja
Circumval·lació, 45-57
08923 SANTA COLOMA DE GRAMANET

DE LA GÁNDARA, JOAQUÍN
IES Lluís Vives
Canaleta, 107
08028 BARCELONA

DÖRRIES, MATTHIAS
Forschungsinstitut für Technik und Wissenschaftsgeschichte
Deutsches Museum
80306 MÚNIC, ALEMANYA

DURAN PINEDA, RICARD
Fundació Universitària "San Pablo" CEU
Col·legi Abat Oliba
Av. Pearson, 9
08034 BARCELONA

DURFORT COLL, MERCÈ
Facultat de Biologia
Universitat de Barcelona
Departament de Biologia Cel·lular
Av. Diagonal, 645
08028 BARCELONA

ESCOSA SERRANO, RAÜL
Partida Terra Pico, 86
43520 ROQUETES

ESCRIBANO BENITO,
JOSÉ JAVIER
IES Valle del Ciclucos
Basconia, s/n
26500 CALAHORRA (RIOJA)

ESPAÑOL GONZÁLEZ, LUIS
Departamento de Matemática y Computación
Universidad de la Rioja
Luis de Ulloa, s/n
(Edificio Vives)
26004 LOGROÑO

FARNÓS BEL, ÀLEX
Museu del Montsià
Gran Capità, 34
43870 AMPOSTA

FERNÁNDEZ CARABALLO,
JUAN ANTONIO
Aldaya, 6-12
46980 PATERNA

FERRARI, GRAZIANO
SGA Storia Geofisica Ambiente
Via Bellombra 242
46136 BOLÒNIA, ITÀLIA

FIGUEROLA PUJOL,
IRIS ABRIL
Josep Balari, 14, planta C
08022 BARCELONA

FONT GREGORI, TICA
Diputació de Barcelona (Àrea d'Educació)
Comte d'Urgell 187
08036 BARCELONA

FRESQUET FEBRER, JOSÉ LUIS
Departament d'Història de la Ciència
Universitat de València
Av. Blasco Ibáñez, 17
46010 VALÈNCIA

FUSTÉ MATEU, MARIA JOSÉ
IES Roquetes
Av. Pare Romanyà
43520 ROQUETES

GALERA, ANDRÉS
Dpto de Historia de la Ciencia, CEH, CSIC
Duque de Medinaceli, 6, 4 pl
28014 MADRID

GÁMEZ PÉREZ, CARLES
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

GARAIZAR AXPE, ISABEL
Departamento de Historia
Contemporánea
Universidad del País Vasco
Campus de Leioa
48940 LEIOA-VIZCAYA

GARCÍA DONCEL, MANUEL
Centre d'Estudis d'Història
de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

GARCIA FERRER, FERRAN-VICENT
IES Roquetes
Av. Pare Romanyà, 22
43520 ROQUETES

GARÍN CASANOVAS, JOAN
IES Joan Oliver
C/ Armand Obiols 2-30
08207 SABADELL

GARMA PONS, SANTIAGO
Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Ciencias Económicas – Somosaguas
28223 MADRID

GARRIGÓS OLTRA, LLUÍS
Departament de Física Aplicada
EPS Alcoi
Passeig del Viaducte, 1
03801 ALCOI

GASSIOT MATAS, LLUÍS
IES Emperador Carles
C/ Enric Baigès, 9
08014 BARCELONA

GAYA PIQUÉ, RICARD
Observatori de l'Ebre
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

GENESCÀ SITJES, MARIA
Observatori de l'Ebre
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

GIRALT SOLER, SEBASTIÀ
IES Alella
Av. Bosquet, 7
08328 ALELLA

GÓMEZ INGLADA, MARGARIDA
Centre 1, A 5è 1ª
08850 GAVÀ

GOMIS DE BARBARÀ, TERESA
Facultat de Medicina
Sant Llorenç, s/n
43201 REUS

GONZÁLEZ DÍAZ, MARTA
Observatori Fabra
Rambla dels Estudis, 115
08002 BARCELONA

GOZALBO GIMENO, DANIEL
Facultat de Geografia i Història
Universitat de València
Av. Blasco Ibáñez, 28
46010 VALÈNCIA

GOZALO GUTIÉRREZ, RODOLFO
Departamento de Geología
Universidad de Valencia
Dr. Moliner, 50
46100 BURJASSOT

GRAPÍ VILUMARA, PERE
IES Joan Oliver
Armand Obiols 2-30
08207 SABADELL

GRAU TORRE-MARÍN, VÍCTOR
EU Enginyeria Tècnica de Terrassa
Universitat Politècnica de Catalunya
Colom, 1
08222 TERRASSA

GUTIÉRREZ MEDINA, M. LUISA
Departament de Didàctica CCSS
Universitat de Barcelona
Pg de la Vall d'Hebron, 171, Edifici Llevant
08035 BARCELONA

IZQUIERDO AYMERICH, Mercè
Facultat d'Educació
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici G
08193 BELLATERRA

LADARIA BAÑARES, M. TERESA
IES Roquetes
Av. Pare Romanyà, 22
43520 ROQUETES

LANUZA NAVARRO, CARME
Miracle, 49, 1r
46120 ALBORAIA

LEITAO, HENRIQUE
Centro de Física da Matéria Condensada
Universidade de Lisboa
Av. Prof. Gama Pinto, 2
1699 LISBOA

LLARCH GARCÍA, JOSEP MANEL
Entença, 25
43550 ULLDECONA

LLATJE GASULLA, CINTA
IES Roquetes
Av. Pare Romanyà, 22
43520 ROQUETES

LLOMBART PALET, JOSEP
Universidad País Vasco/Euskal Herriko
Inibersitatea
Aptdo, 644
48080 BILBAO

LÓPEZ FERNÁNDEZ, CARLOS
IES Alfonso X el Sabio
Av. Juan de Borbón, s/n
30007 MURCIA

LÓPEZ GARCIA, SANTIAGO
Departamento de Economía e Historia
Económica
Facultad de Economía y Empresa
Universidad de Salamanca
Edificio FES, Campus Miguel
de Unamuno
37071 SALAMANCA

LUSA MONFORTE, GUILLERMO
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria
Industrial
Universitat Politècnica de Catalunya
Diagonal, 647, 1r
08028 BARCELONA

MAGÍ PALLARÈS, MARGARITA
Ajuntament d'Amposta
Plaça d'Espanya, 2-4
43870 AMPOSTA

MARCH NOGUERA, JOAN
Can Sales, 12
07012 PALMA DE MALLORCA

MARTÍ HENNEBERG, Jordi
Universitat de Lleida
Bisbe Messeguer, s/n
25003 LLEIDA

MASRIERA GONZÁLEZ, ALÍCIA
Museu de Geologia de Barcelona
Parc de la Ciutadella, s/n
08003 BARCELONA

MASSA ESTEVE, M. ROSA
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
08193 BELLATERRA

MATAMALA CURA, JAUME
Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya
Rambla d'Egara, 270
08221 TERRASSA

MATEU TORTOSA, ENRIC
Universitat de València
Departament Anàlisi Econòmica
Edifici Departamental Oriental - Campus
dels Tarongers
46022 VALÈNCIA

MILLÀN VERDÚ, CARLES
Escola Politècnica Superior d'Alcoi
Plaça Ferrándiz i Carbonell, s/n
03800 ALCOI

MÍNGUEZ BORI, MANUEL
Fac. D'Història de València
Av. Blasco Ibáñez, 28
46010 VALÈNCIA

MIQUEL SERRA, DOMÈNEC
Castillejos, 9 àtic 2ª
08190 SANT CUGAT DEL VALLÈS

MONTANUY FILLAT, MANEL
Departament Didàctica
de les Ciències Experimentals
i Matemàtica
Universitat de Barcelona
Passeig de la Vall d'Hebron, 171
08035 BARCELONA

MONTSERRAT SANGRÀ,
JESÚS M.
IES Emperador Carles
Enric Bargés, 9
08014 BARCELONA

NAVARRO BROTONS, VÍCTOR
Institut d'Estudis documentals i històrics
sobre la Ciència
Facultat de Medicina
Av. Blasco Ibáñez,17
46010 VALÈNCIA

NAVARRO VEGUILLAS, LUIS
Facultat de Física
Universitat de Barcelona
Diagonal, 647
08028 BARCELONA

NIETO GALAN, AGUSTÍ
Centre d'Estudis d'Història
de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

NÚÑEZ ESPALLARGAS, JOSEP M.
Departament Didàctica
de les Ciències Experimentals
i Matemàtica
Universitat de Barcelona
Passeig de la Vall d'Hebron, 171
08035 BARCELONA

PARDO DE CAMPOS, FRANCESC XAVIER
IES Lluís Vives
Canaleta, 107
08028 BARCELONA

PARDO TOMÀS, JOSÉ
Institució "Milà i Fontanals" CSIC
Egipcíaques, 15
08001 BARCELONA

PAREJO FARELL, CARLES
Sant Josep, 44
08202 SABADELL

PARRA CAÑADAS, DIEGO
Ferrer Alimentación, S.A.
C/ Córcega, 303
08008 BARCELONA

PARRA SERRA, JOSEP MANEL
Departament de Física Fonamental
Facultat de Física
Universitat de Barcelona
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

PERARNAU LLORENS, JAUME
Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya
Rambla d'Egara, 270
08221 TERRASSA

PÉREZ BUSTAMANTE, JUAN
ANTONIO
Universidad de Cádiz,
Facultat de Ciencias
Apartado 40
11510 PUERTO REAL

PÉREZ CANALS, ENRIC
Fac. Física
Universitat de Barcelona
Secretari Coloma, 112, 1r 1a
08024 BARCELONA

PLA BRUNET, JOAQUIM
Universitat de Vic
Sagrada Família, 7
08500 VIC

PUIG AGUILAR, ROSER
Departament Filologia semítica (Àrab)
Universitat de Barcelona
Gran Via, 585
08007 BARCELONA

PUIG PLA, CARLES
ETS d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

PUJOL BERTRÁN, ANTON
Via Argentina, 13
07460 POLLENÇA

RÁFOLS CASAMADA, JOAN
Av. República Argentina, 54, 3r 2n
08023 BARCELONA

RAÏCH TRILLA, JOSEP
IES "Roquetes"
Av. Pare Romanyà, 22
43520 ROQUETES

RAMÍREZ RIVERO, RENATO LUIS
Acera del Darro, 92 5° A
18005 GRANADA

RECASENS GALLART, EDUARD
Escola Universitària Enginyeria Tècnica
Industrial de Terrassa
Universitat Politècnica de Catalunya
Colom, 1
08222 TERRASSA

ROCA ADROVER, ANTONI M.
Institut Cartogràfic de Catalunya
Parc de Montjuïc, s/n
08038 BARCELONA

ROCA ROSELL, ANTONI
ETS d'Enginyeria Industrial
de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

RODRÍGUEZ MIMBIELA,
SERGIO
Av. Mediterráneo, 4 pta 7
46011 VALÈNCIA

ROIG MONTAGUT, ENRIC
Ajuntament de Tortosa
Pl. d'Espanya, 1
43500 TORTOSA

ROMEU FIGUEROLA, ANTONI
Universitat Rovira i Virgili
Pl. Imperial Tarraco, 1
43001 TARRAGONA

ROQUÉ RODRÍGUEZ, XAVIER
Centre d'Estudis d'Història
de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

SALAVERT FABIANI, VICENT L.
Institut d'Estudis documentals i Històrics
sobre la Ciència
Facultat de Medicina
Av. Blasco Ibáñez,17
46010 VALÈNCIA

SALES CORDECH, JOAN
IES Margarita Xirgu
Travessera Collblanc, 56
08904 L'HOSPITALET DE
LLOBREGAT
SALINAS JAQUES, M. AMPARO
Apartat de correus 40
46080 VALÈNCIA

SÁNCHEZ LLADÓ, MONTSERRAT
IES Ausiàs Marc
Av. Esplugues, 38
08034 BARCELONA

SANCLEMENTE LORÉS, ANA M.
CEIPM Tres Pins
Tres Pins, 28
08038 BARCELONA

SANROMÀ, JOAN
IES Lluís Vives
Canaleta, 107
08028 BARCELONA

SENDRA MOCHOLÍ, CRISTINA
Institut d'Estudis documentals i Històrics sobre la Ciència
Facultat de Medicina
Av. Blasco Ibáñez,17
46010 VALÈNCIA

SENRA PETIT, PAU
Museu de la Ciència i la Tècnica de Catalunya
Rambla d'Egara, 270
08221 TERRASSA

SERRA RAVENTÓS, JORDI
Facultat de Geologia
Universitat de Barcelona
Martí i Franquès, s/n
08028 BARCELONA

SERVAT SUSAGNE, JORDI
Departament Didàctica de les Ciències Experimentals i Matemàtica
Universitat de Barcelona
Passeig de la Vall d'Hebron, 171
08035 BARCELONA

SOFONEA, LIVIU ALEXANDRU
University of Brasov
Bulevardue Eroiber, 29
2200 BRASOV, ROMANIA

SOLÉ ESPUNY, TERESA
IES Roquetes
Torre de Gil
(Edifici Observatori de l'Ebre)
43520 ROQUETES

SOLÉ MICOLAU, JOSÉ GERMÁN
Observatori de l'Ebre
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

SURIÑACH CORNET, EMMA
Departament de Geodinàmica i Geofísica
Martí i Franquès, s/n
08028 BARCELONA

SURIOL CASTELLVÍ, JOSEP
Universitat Politècnica de Catalunya
Gran Capità s/n Edifici D-2
(Eng. Terreny)
08034 BARCELONA

SUSAGNA VIDAL, M.TERESA
Institut Cartogràfic de Catalunya
Parc de Montjuïc, s/n
08038 BARCELONA

TOCA OTERO, ÁNGEL
Unidad de Historia de la Ciencia de la Universidad de Cantabria
Cardenal Herrera Oria, s/n
39011 SANTANDER

TORTA MARGALEF, JOAN MIQUEL
Observatori de l'Ebre
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

UGALDE, ARANTZA
Observatori de l'Ebre
Horta Alta, 38
43520 ROQUETES

URIOS VERDEGUER, JOSÉ ENRIQUE
Av. Mare Nostrum, 3, bloque 5, esc 3 pta 10
46120 ALBORAIA

VALERA CANDEL, MANUEL
UD Historia de la Medicina Facultad de Medicina
Univerdidad de Murcia
Campus de Espinardo, Apdo 4021
30080 MURCIA

VALLÈS MARRO, MONTSERRAT
IES J. Bau
Av. Estadi, 13
43500 TORTOSA

VALLMITJANA RICO, SANTIAGO
Laboratori d'Òptica
Departament de Física
Aplicada i Òptica
Facultat de Física
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

VIDAL ARDERIU, EDUARD
Museu Colònia Vidal
Colònia Vidal
08692 PUIGREIG

VIDAL HERNÁNDEZ, JOSEP M.
Institut Menorquí d'Estudis
Nou 35, 3r
07701 MAÓ

ACTES DE LA V TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
(BARCELONA, SCHCT, 2000), 561-562

ÍNDEX D'AUTORS

AGUIRRE MARCO, Carla Pilar, 253
ALBERCA SILVA, Luis F., 155, 235
ALCARAZ, Olga, 203
ALEDÖN, José V., 511
ALSINA CALVÉS, Josep, 259
ALTADILL FELIP, David, 235
ÁLVAREZ LIRES, Maria M., 267
ANDUAGA EGAÑA, Aitor, 273
BARONA VILAR, Josep Lluís, 59
BATLLÓ ORTIZ, Josep, 151, 155, 161, 191
BERNABEU MESTRE, Josep, 37, 59
BERNAT LÓPEZ, Pasqual, 279
BERTOMEU SÁNCHEZ, Jose Ramón, 285
BLANES NADAL, Georgina, 181
BORDONS DE PORRATA-DORIA, Albert, 295
CABALLER VIVES, Maria Cinta, 301
CALATAYUD GINER, Salvador, 63
CAPARRÓS BAYARRI, Libertad, 511
CARDÚS ALMEDA, Josep Oriol, 175, 309
CARTAÑÀ PINÉN, Jordi, 67
CASTELLS LLAVANERA, Marina, 95, 315
CATALÀ GORGUES, Jesús Ignacio, 329
CHABÀS BERGON, Josep, 335
CHÁFER ANDREU, Aitana, 511
CLEMENTE MARTÍNEZ, Carme, 167
CODINA, Jose M., 197
CUELLO SUBIRANA, Josep, 97
CURTO, Joan J., 175
DE LA GÁNDARA, Joaquín, 135
DE LA FUENTE COLLELL, Pere, 95
DÖRRIES, Matthias, 43
ESCRIBANO BENITO, José Javier, 343
ESPAÑOL GONZÁLEZ, Luis, 343
FARNÓS BEL, Àlex, 151
FERNÁNDEZ CARABALLO, Juan Antonio, 511
FERRARI, Graziano, 13
FRANCINI, José I., 381
FRESQUET FEBRER, José Luis, 351
GALDÓN, Eduardo, 235
GARAIZAR AXPE, Isabel, 359
GARCIA BELLMAR, Antonio, 285
GARCÍA DONCEL, Manuel, 99
GARCIA FERRER, Ferran-Vicent, 369
GARCIA-MIRACLE, Joan J. 381
GARCIA-VALLVÉ, Santiago, 375, 381
GARRIGÓS OLTRA, Lluís, 181
GAYA PIQUÉ, Ricard, 175, 191
GENESCÀ SITJES, Maria, 387
GIRALT SOLER, Sebastià, 393
GONZÁLEZ DÍAZ, Marta, 197
GOZALBO GIMENO, Daniel, 511
GOZALO GUTIÉRREZ, Rodolfo, 71
GRAPÍ VILUMARA, Pere, 111
GRAU TORRE-MARÍN, Víctor, 203
GUTIÉRREZ MEDINA, M. Luisa, 399
HERVADA, Carme, 203
IZQUIERDO AYMERICH, Mercè, 115, 409
LLOMBART, Imma, 387
LLOMBART PALET, Josep, 417
LÓPEZ FERNÁNDEZ, Carlos, 541
LÓPEZ GARCIA, Santiago, 77
MAIRAL, Teresa, 381
MARCH NOGUERA, Joan, 425
MASRIERA GONZÁLEZ, Alícia, 211
MASSA ESTEVE, M. ROSA, 125, 433
MATEU TORTOSA, Enric, 63
MILLÀN VERDÚ, Carles, 181
MÍNGUEZ BORI, Manuel, 511
MONTERO, Miguel A., 375
MORA, Gerardo, 511

NAVARRO BROTONS, Víctor, 81
NAVARRO VEGUILLAS, Luis, 439
NIETO GALAN, AGUSTÍ, 83, 473
NÚÑEZ ESPALLARGAS, Josep M., 129, 445, 451
PARDO DE CAMPOS, Francesc Xavier, 135
PARRA, Diego, 409
PARRA SERRA, Josep Manel, 95, 143
PEREZ CANALS, Enric, 439
PORTA, Sílvia, 381
PUIG PLA, Carles, 219
PUJOL BERTRÁN, Antón, 457
RÁFOLS CASAMADA, Joan, 463
RECASENS GALLART, Eduard, 469
ROCA ROSELL, Antoni, 9, 81, 473
RODRÍGUEZ MIMBIELA, Sergio, 511
ROJAS, Antoni, 375
ROMEU FIGUEROLA, Antoni, 375, 381
SALAVERT FABIANI, VICENT L., 57, 87, 511, 535
SALINAS JAQUES, M. Amparo, 485
SANROMÀ, Joan, 135
SANTCLEMENT, Ernest, 175
SENDRA MOCHOLÍ, Cristina, 493
SERVAT SUSAGNE, Jordi, 129, 445, 451
SOFONEA, Liviu Alexandru, 501
SOLÉ MICOLAU, José Germán, 235
SOLER, Amparo, 511
SURIOL CASTELLVÍ, Josep, 521
SUSAGNA VIDAL, M.Teresa, 197
TOCA OTERO, Àngel, 527
TORTA MARGALEF, Joan Miquel, 175
UGALDE, Arantza, 161
URIOS VERDEGUER, José Enrique, 535
VALERA CANDEL, Manuel, 541
VALLMITJANA, Lluís, 241
VALLMITJANA RICO, Santiago, 241

AQUESTA OBRA S'HA ACABAT D'IMPRIMIR
A L'OBRADOR DE LIMPERGRAF, SL
A BARBERÀ DEL VALLÈS
EL DIA 20 DE JULIOL DE 2000

SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA
DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans