

GRUP DE TREBALL D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA (IEC)
GRUP D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA
TÈCNICA (ETSEIB)

CINQUANTA ANYS DE CIÈNCIA I TÈCNICA A CATALUNYA

Entorn l'activitat científica d'E. Terradas (1883-1950)
(27 i 28 de setembre del 1984)

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
Barcelona
1987

CINQUANTA ANYS DE CIÈNCIA I TÈCNICA
A CATALUNYA

.

GRUP DE TREBALL D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA (IEC)
GRUP D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA
TÈCNICA (ETSEIB)

CINQUANTA ANYS
DE CIÈNCIA I TÈCNICA
A CATALUNYA

Entorn l'activitat científica d'E. Terradas (1883-1950)
(27 i 28 de setembre del 1984)

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
Barcelona
1987

L'EDICIÓ D'AQUEST VOLUM HA ESTAT POSSIBLE GRÀCIES A
L'AJUT DE:
COMISSIÓ INTERDEPARTAMENTAL DE RECERCA I INNOVACIÓ
TECNOLÒGICA (CIRIT) DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA
ÀREA DE CULTURA DE L'AJUNTAMENT DE BARCELONA
SERVEI D'ENSENYAMENT DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA
INSTITUT DE CIÈNCIES DE L'EDUCACIÓ (UPC)
ASSOCIACIÓ D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE CATALUNYA

ISBN: 84-7283-025-X
Dipòsit legal: B. 28.529-1987

© Antoni Roca, Jaume Rosell i Isabel Serrà, Thomas F. Click,
Guillermo Lusa, Leonardo Villena, José M. Sánchez Ron,
Josep M. Tura, Manuel Valera, Mariano Hormigón, Joan Viñas,
Santiago Garma, Carlos López, Carmen Gavira,
Joan Vernet i Víctor Navarro.

La present edició és propietat de l'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

La Secció de Ciències de l'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS prengué l'acord de publicar les actes de les jornades "Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya; entorn de l'activitat científica d'Esteve Terradas (1883-1950)" celebrades a la seu de l'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS els dies 27 i 28 de setembre de 1984. Designà Enric Casassas i Simó ponent d'aquesta publicació.

This One



BHZY-Q8W-DLFF

T A U L A

Presentació, per Guillem Lusa i Antoni Roca	7
Introducció a la trajectòria científica d'E. Terradas, per Antoni Roca	9
Estudis d'Esteve Terradas sobre la volta de maó de pla, per Jaume Rosell i Isabel Serrà	23
La missió d'Esteve Terradas als Estats Units: 1944-45, per Thomas F. Glick	35
El debate acerca de las matemáticas en la Ingeniería: aportaciones de E. Terradas, per Guillermo Lusa Monforte	43
Los últimos años de Esteban Terradas, per Leonardo Villena . . .	59
La ciencia española se internacionaliza: la introducción de la teoría cuántica en España (1908-1919), per José M. Sánchez Ron . . .	71
Alguns aspectes pressupostaris de la política cultural de la Mancomunitat de Catalunya en matèria de recerca científica 1914-1925, per Josep M. Tura i Soteras	89
Regeneracionismo, enseñanza e investigación (Cambios básicos en la enseñanza y en la investigación españolas a principios de siglo. Estudio introductorio), per Manuel Valera Candel	107
El primer congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, per Mariano Hormigón	121
El zero i l'infinit: la geometria a Barcelona al tombant de segle, per Joan Viñas Riera	135
Echegaray y la Teoría de Galois, per Santiago Garma	149
Instituciones científicas e ideología en la España de 1940 a 1955, per Carlos López Fernández	163
Núñez Granés: Ingeniería y urbanismo en España (1900-1924), per Carmen Gavira	175

Josep Millàs i Vallicrosa i la seva escola, per Joan Vernet i Ginés . . .	193
Notes al voltant del desenvolupament de la història de la ciència a l'Estat espanyol al darrer quart de segle (1969-1984), per Víctor Navarro i Brotons	205
George Sarton i Josep M. Millàs i Vallicrosa: una amistat científica, per Thomas F. Glick	213
Apèndix: L'obra científica d'E. Terradas, per Antoni Roca . .	221

PRESENTACIÓ

Aquest volum conté la major part de les comunicacions presentades a les jornades que anomenarem “Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya; entorn de l’activitat científica d’Esteve Terradas (1883-1950)”, que tingueren lloc a la seu de l’Institut d’Estudis Catalans, a Barcelona, els dies 27 i 28 de setembre de 1984. Les jornades constituïren la celebració del centenari de la naixença del destacat físic, matemàtic i enginyer català, Esteve Terradas, des de la perspectiva de la història de la ciència. Es donava el cas, a més, que vint-i-cinc anys abans, el 1959, havia tingut lloc a Barcelona el IX Congrés Internacional d’Història de la Ciència, una fita important en la consolidació de l’escola catalana d’història de la ciència, de la qual fou fundador i pioner Josep M. Millàs i Vallicrosa. Hom inclogué en les sessions de les jornades un acte commemoratiu per a celebrar la coincidència, un acte que tingué lloc al Saló de Cent de l’Ajuntament de Barcelona el 27 de setembre, les intervencions al qual figuren en el present volum. Hom inclou al final, com a apèndix, un treball bibliogràfic sobre l’obra científica i tecnològica d’Esteve Terradas.

Però l’edició d’aquest llibre no respon únicament al fet de donar testimoni d’una reunió científica tinguda el 1984. Es tracta de posar a l’abast el treball de recerca d’una sèrie d’investigadors joves que dediquen llurs esforços a entendre i continuar enfortint una disciplina acadèmicament menys tinguda entre nosaltres, la història de la ciència i de la tècnica.

El món cultural en què vivim, tan dependent de la tecnologia com és, pretén sobreviure aclucant els ulls a la recerca científica no se sap encara per quins autèntics motius. Deu ésser una reminiscència d’èpoques obscures de la nostra tradició cultural? Déu ésser, simplement, una manca de perspectiva de futur? Deu ésser, en realitat, una ignorància pura i simple? Deu ésser finalment, una evidència del grau de desenvolupament de la colonització (tècnica i cultural) del nostre país?

El desenvolupament de les Jornades i l’edició d’aquest llibre han estat possibles gràcies a la col·laboració de diverses entitats. En primer lloc, l’Escola Tècnica Superior d’Enginyers Industrials de Barcelona (ETSEIB) i la Societat Catalana de Ciències reberen la proposta d’organització amb simpatia i calor.

L'Institut d'Estudis Catalans cedí els seus locals i ens ha donat tota mena de suport. Altres entitats han prestat una col·laboració material inestimable: en primer lloc, la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (CIRIT) de la Generalitat de Catalunya; també, l'àrea de Cultura de l'Ajuntament de Barcelona, el qual, a més, cedí el Saló de Cent per a l'acte commemoratiu esmentat; les jornades han rebut suport, a més, del Servei d'Ensenyament de la Diputació de Barcelona, l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Politècnica de Catalunya i l'Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya. A totes elles hem d'expressar el nostre agraïment.

Les Jornades comptaren amb un comitè organitzador format per Guillem Lusa, Joan Masarnau, Antoni Roca i Josep M. Tura i Soterias. Participaren en el Comité Científic, juntament amb Lusa i Roca, Thomas F. Glick i José Manuel Sánchez Ron. Finalment, tal com ho reflecteix aquest volum, participaren en les Jornades investigadors en història de la física i de la tecnologia d'arreu de l'Estat espanyol, i comptaren amb la presència d'un investigador sobre temes científics hispànics de la Universitat de Boston. A tots ells el nostre reconeixement per llur imprescindible col·laboració.

Guillem Lusa, Antoni Roca
Barcelona, maig de 1987

INTRODUCCIÓ A LA TRAJECTÒRIA CIENTÍFICA D'E. TERRADAS

per

ANTONI ROCA

Hi ha un cert consens, no exempt de contradiccions, a l'hora d'assenyalar el pes específic de l'obra científica d'Esteve Terradas i Illa en la recerca espanyola de la primera meitat del nostre segle. E. Terradas pertany a un període de la nostra història de la ciència que hom avalua, cada cop més, com a fonamental en el procés de modernització de la recerca científica a l'Estat espanyol. Aquest període, en el qual tingueren lloc tantes tensions i tants esdeveniments dramàtics, conté la presència d'un grup reduït d'homes de ciència que, immersos en un moviment més ampli, provaven de fer avançar la recerca científica al ritme marcat pels grups d'avantguarda. Pel que fa a les ciències físico-matemàtiques, aquestes persones aprofitaren el fet de viure el temps de grans transformacions de pensament i d'organització de la recerca, sobretot les que tingueren lloc en el període d'entreguerres.

Aquests fets, tanmateix, se situen en una època recent, en la qual els historiadors tenen reticències d'entrar, molt sovint per objeccions de relleu teòric. Ara bé: si hom renuncia a l'anàlisi històrica del moviment científic de la primera meitat del nostre segle, la interpretació d'uns processos influents en l'estat actual de la recerca (no solament a causa de la proximitat temporal) quedarà a càrrec dels qui proven d'explicar el que han viscut o dels que han de reivindicar la memòria d'un company desaparegut. La visió pròpia d'aquesta literatura (testimonial) és la menys convenient –en general– per a la interpretació d'esdeveniments històrics. El buit de la literatura historiogràfica condueix, inevitablement, a dues situacions contraposades: a) l'apologia acrítica, amb ressons personalistes o nacionalistes; b) el rebuig de tot el que és propi en ciència, donat el seu allunyament –veritable, si passem per alt els matisos– de l'avantguarda del coneixement. No cal dir que aquestes posicions pertanyen a la minoria que participa d'un interès pel nostre passat científic. La majoria –en el nostre món cultural– continua ben instal·lada en

la ignorància de la recerca científica o, en el millor dels casos, continua dominada pels tòpics que forjaren els protagonistes de la “polèmica de la ciencia española”. Els estudiosos d’història de la ciència de la darrera dècada han començat a interessar-se per aquest període i, potser, el panorama pot canviar.

La recuperació, l’any 1977, gràcies a una gestió de la Secció de Física de la Societat Catalana de Ciències, de la biblioteca i els papers que la família d’E. Terradas conservava, ha estat una oportunitat d’excepció –en els nostres ambients– per a poder encarar l’anàlisi de la trajectòria d’E. Terradas des del punt de vista de la història de la ciència. L’acció iniciada al principi de 1984, per part de la Secció de Ciències de l’IEC, de donar suport a la catalogació del fons serà, en el mateix sentit, decisiva.

CONSIDERACIONS GENERALS

La trajectòria científica i tècnica d’E. Terradas s’estén al llarg de 45 anys, prenent com a data de partida la de la lectura de les seves dues tesis doctorals, una en ciències exactes i l’altre en ciències físiques, el 1905; la data final és la de la seva mort el 1950. Es tracta, doncs, d’una activitat situada en un període històric molt complex, on se succeïren esdeveniments molt diversos: per exemple, l’aixecament de Barcelona en la “Setmana Tràgica” del 1909; la guerra mundial de 1914-1918; la fundació de l’Institut d’Estudis Catalans (1907) i de la Mancomunitat de Catalunya (1914); el cop d’estat del general Primo de Rivera (1923); la guerra civil espanyola (1936-1939); la segona guerra mundial (1939-1945) i l’ascens hegemònic dels Estats Units sobre Europa; referències mencionades, és clar, sense cap aspiració sintètica.

Pel que fa al marc científic general on s’incriu la trajectòria de Terradas, hom ha de tenir present, fonamentalment, dos processos: d’una banda, la “revolució” de la física del nostre segle, coincidint amb la culminació dels desenvolupaments teòrics de l’etapa “clàssica”, ambdues situades en l’emergència d’una organització nova del treball científic; d’altra banda, a partir de la primera guerra mundial es consolida una nova tècnica, com a aplicació cada cop més directa de la ciència “pura” a la producció de béns i de serveis; aquest procés també és lligat a la nova divisió del treball dels científics. Aquests dos processos (la renovació de la física i de la tècnica) tingueren ressò entre nosaltres. Un dels que els propagaren fou E. Terradas. Hi ha alguns trets força continuats de la vida intel·lectual de Terradas que podem comentar de seguida. Primer, el seu afany per la informació de les darreres novetats científiques: aquest és un dels indicadors que ens assenyalen Terrades, i un cert nombre de científics contemporanis seus, com a introductors del nou “estil” de treball científic. Segon, la seva dilatada dedicació a la docència, iniciada el 1906 a la Universitat de Madrid i pràcticament no interrompuda

mai. Una dedicació, segons tots els indicis, no exclusivament determinada pel fet d'ésser un mitjà de vida: ho podem veure en el nombrós (i impossible de determinar) conjunt de conferències i cursos extraordinaris que donà. Tercer, una clara vocació tecnològica la qual abastava des dels fonaments científics fins a la direcció directa d'obres, una amplitud no gaire freqüent entre nosaltres.

Aquestes consideracions generals ens permeten, tot seguit, passar a descriure les principals etapes que hem cregut veure en la trajectòria científica de Terradas. Es tracta, inevitablement, d'una distorsió que pretenem útil per a la millor comprensió d'una vida professional força continuada, encara que no exempta de "tribulacions".

1905-1916: PROFESSOR UNIVERSITARI

En aquest decenni, E. Terradas aconseguí el seu renom com a científic. El 1906, guanyà dues oposicions per a ésser professor de la universitat: primer, una d'auxiliar a la Facultat de Ciències de Madrid, on explicà termologia uns mesos; l'altra, de catedràtic de mecànica racional a la Facultat de Ciències de Saragossa. L'any següent, el 1907, obtingué la càtedra d'Acústica i Òptica de la Facultat de Barcelona, a la qual s'"agregà" la d'Electricitat i Magnetisme. Les càtedres de les matèries que hom havia anomenat fins a la reforma de 1900 "Física superior" eren vacants a causa de la mort prematura el 1905 del seu titular, Moisés Nacente, deixeble de l'anterior catedràtic de Barcelona, Eduardo Lozano i Ponce de León. Nacente feia convergir moltes expectatives en la seva persona, però la seva carrera fou interrompuda per una malaltia ràpida i per la mort, quan comptava 29 anys i feia cinc anys que era al front de la càtedra (*El Liberal*, 1905).

Ben aviat, de fet, la capacitat d'estudi i l'erudició científica de Terradas foren ben conegudes. El 1908, per exemple, li fou confiada una de les conferències del Primer Congrés de la llavors creada Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Ell i Blas Cabrera foren, durant uns anys, els únics conreadors de la física moderna: el remei a la seva "solitud" hagué de venir dels seus deixebles. (Aquesta afirmació, però, s'ha de prendre en sentit ampli, ja que hauríem de considerar persones com Josep M. Plans i Freyre, de més edat que Terradas, per exemple, deixeble d'aquest últim, cosa que en realitat sembla ser així...; un altre cas, el d'Enric de Rafael, és semblant, ja que estudià la llicenciatura amb Terradas; succeeix, però, que abandonà temporalment la ciència per esdevenir sacerdot i jesuïta.)

És en aquests anys, insistim, que es creà l'aurèola d'un Terradas que "domina" totes les qüestions relacionades amb física i matemàtiques. Aquesta aurèola, amb incidents diversos, l'acompanyaria tot al llarg de la seva vida. El 1908, amb 25 anys, fou escollit, no sense vèncer alguna reticèn-

cia, membre de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. L'any anterior havia guanyat, ex-aequo amb Josep M. Bartrina, el premi "Agell" de la mateixa corporació, amb una extensa memòria sobre l'equilibri dels fils: aquesta qüestió de mecànica racional ja havia estat el contingut de la memòria que fou premiada l'any 1904, essent estudiant, per l'Ateneo Científico-Literario de Saragossa; també fou el tema de la seva tesi doctoral de ciències exactes; i el de nombrosos articles, inclosa una de les seves poques comunicacions a congressos internacionals, el de Matemàtics de 1912 a Cambridge. Terradas estudià profusament la qüestió de la dinàmica dels fils fins al 1914 aproximadament. Es tracta significativament del tema de tesi de Max Born a Göttingen, un tema que no li agradava gaire, pel seu "classicisme" i l'enfarfegament de càlculs, però que acabà portant a terme, ja que li havia estat proposat pel "gran" (Felix) Klein, tal com era anomenat humorísticament a aquella Universitat alemanya (Born, 1906).

En 1911, en crear-se la Secció de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans, Terradas fou nomenat membre de física, enginyeria i matemàtiques: fins a la incorporació d'Eduard Fontserè uns anys més tard, Terradas assumí en solitari la iniciativa en aquests camps. Una mostra més del que estem afirmant pot veure's en la menció a Terradas feta pel pare Ricard Cirera, en una revisió de l'estat de l'astronomia a Espanya feta al Congrés de 1911 de l'Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Cirera diu que Terradas és l'únic espanyol que "sap" mecànica celest... (Cirera, 1911).

L'any 1908, poc després d'arribar a Barcelona, Terradas esdevingué redactor per a qüestions de física, matemàtiques, enginyeria i altres matèries relacionades o no amb elles, de la llavors recentment iniciada *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, coneguda com "Enciclopèdia Espasa", el nom del seu primer editor i impulsor. A les pàgines de l'Enciclopèdia, i d'una manera anònima fins a la dècada de 1930, Terradas tingué ocasió de redactar entrades, en general extenses i documentades, on pot veure's tant l'erudició del seu autor com la voluntat d'alta divulgació de la ciència i la tècnica del seu temps, per a un públic més ampli que el que qualsevol escriptor científic hauria pogut esperar (vegeu l'apèndix). Algunes de les entrades de l'Enciclopèdia recullen, segons la nostra opinió, la matèria d'estudi, o, fins i tot, el text, dels nombrosos cursos extraordinaris que Terradas donà a la Universitat i en altres institucions.

El 1909, Terradas obtingué el títol d'enginyer industrial. Aquests havien estat els estudis que Terradas havia volgut cursar en entrar a la Facultat de Ciències, per a fer el primer curs que li donaria accés a l'Escola d'Enginyers (que es trobava, de fet, al mateix recinte de la plaça Universitat de Barcelona). Alguns professors de ciències, veient els dots del jove Terradas, li aconsellaren estudiar ciències físico-matemàtiques. Entre ells hi havia Eduard Fontserè (Jardí, 1961). No tenim constància que Terradas portés a

terme cap obra d'enginyeria fins al 1916, raó per la qual hem considerat aquesta data com a límit del període.

Cap al final d'aquest període, el 1913, trobem Terradas nomenat membre del Consell de Pedagogia de la Mancomunitat: ell fou un dels impulsors dels Cursos Monogràfics d'Alts Estudis i d'Intercanvi que portaren a Barcelona (i, sovint, a Madrid) representants prou significatius de la física i de les matemàtiques del seu temps, com ara Tullio Levi-Civita, Hermann Weyl, Arnold Sommerfeld, Jacques Hadamard i Albert Einstein, tots ells entre el 1921 i el 1923 (*Obra realitzada*, 1923). El 1915 tingué lloc un curs de Julio Rey Pastor, que ja llavors havia esdevingut el capdavanter de la renovació de la investigació matemàtica i acabava de tornar de la seva decisiva estada a Alemanya. Aquest curs permeté iniciar una amistat duradora entre Terradas i Rey Pastor i donà ocasió a aquest darrer de conèixer l'Institut d'Estudis Catalans (Rey Pastor, 1915).

Pel que fa al punt de vista de la teoria, l'erudició de Terradas el convertí, al llarg d'uns anys, en un dels principals difusors de la teoria de la relativitat, la teoria dels *quanta*, la mecànica estadística, etc. Terradas, amb Blas Cabrera, fou autor dels primers textos sobre aquestes matèries. En els seus treballs més pròpiament de recerca, sobre la dinàmica dels fils, com hem mencionat, però també sobre la polarització de la llum en cristalls, Terradas es mostra com un científic competent, l'originalitat del qual caldria avaluar, que maneja amb naturalitat eines teòriques i de càlcul força complicades si tenim en compte que ho feia en un ambient científic endarrerit, on pràcticament no es coneixien els avenços de la física i de les matemàtiques portats a terme tot al llarg del segle XIX, sobretot les últimes dècades. Només cal donar un cop d'ull a les lliçons de divulgació de física matemàtica del "gran" Echegaray per a adonar-se de la precarietat de la situació.

Des dels *Arxius de l'Institut de Ciències*, publicats per l'Institut a partir de 1911, Terradas també portà a terme una tasca de difusió de la física i les matemàtiques que hom creava en el seu temps. Assenyalem, per exemple, la ressenya de Terradas del congrés de físics alemanys de Kalsruhe, 1911; el seu comentari sobre els treballs per a identificar al càrrega de l'electró de Millikan i d'Eisenhart, el 1913; o sobre la importància de la difracció dels raigs X portada a terme per von Laue el mateix any.

Totes aquestes dades de l'activitat d'Esteve Terradas trobem una coherència si tenim present que la seva vocació, potser principal, era l'ensenyament universitari. La tasca del professor era introduir els estudiants en la ciència viva, en els seus termes *reals*, tan aviat com fos possible. D'aquí els cursos extraordinaris que Terradas explicà al llarg de la seva vida. El testimoni de Julio Palacios, l'any 1951, ajuda a corroborar aquesta afirmació quan diu que Terradas els feia estudiar memòries originals en alemany (i no en sabien) i que introduïa en els seus cursos la teoria de la relativitat i la teoria dels *quanta* (Palacios, 1951). Tinguem present que Palacios estudià física a

Barcelona amb Terradas: Acústica i Òptica el curs 1909-1910 i Electricitat i Magnetisme el curs 1910-1911. Ara bé, algunes idees pedagògiques de Terradas en aquesta època poden deduir-se del text següent, inclòs en una ressenya d'un volum de l'*Electrodinámica Industrial* del pare Pérez del Pulgar, aparegut el 1918:

“Aparte brillantes excepciones, cada día, por fortuna, más numerosas, el libro destinado al estudiante o al técnico, y escrito en castellano, suele ser un mal remedo de dos o tres libros extranjeros escogidos con muy dudoso gusto. Tal libro, acaso para sarcasmo, declarado de mérito, no tiene otra justificación que el rendimiento pecunario que puede proporcionar al autor, que, casi sin excepción, es Profesor de la asignatura y lo impone a sus alumnos, alegando con aire de necia superioridad, que no existen libros adecuados a su explicación y a su criterio. Generalmente tal libro es caro y tiene forma de *apuntes* litografiados. Explicar el mal, el extraordinario mal, que esa forma de enseñanza ha causado a nuestra juventud, no parece tarea fácil, y es desde luego superior a mis fuerzas. Baste imponerse del resultado. El alumno aprende con repugnancia parte de los apuntes o del libro, que luego, y en ello anda muy acertado, se da prisa en vender. Como los tales apuntes no suelen contener indicación alguna bibliográfica, se encuentra el alumno completamente desorientado, ignorante y desanimado, si luego necesita utilizar alguno de los conocimientos que debía haber adquirido y en todo caso debía haber archivado. No hablemos del uso y manejo de revistas; los términos en que debiéramos expresarnos son tales, que podríamos parecer exagerados al lector no versado en ello y escandalizar a los mismos a quienes podría dirigirse el reproche” (Terradas, *Ibérica*, vol. X, 1918, pp. 287-88).

1916-1931: PLENAMENT EN EL MÓN DE LA TECNOLOGIA

El 1916, Esteve Terradas fou nomenat director de telèfons de la Mancomunitat de Catalunya. Aquest fet és molt significatiu perquè, a partir d'aquest moment, E. Terradas compartiria la tasca docent i científica a la Universitat amb activitats tecnològiques diverses, tant en el sector públic com en el privat.

Del 1916 al començament del 1924, E. Terradas actuà com a tècnic de la Mancomunitat. El 1918, mentre els treballs de la xarxa telefònica catalana ja eren en marxa, rebé l'encàrrec d'impulsar els treballs per a establir ferrocarrils secundaris a diversos indrets de Catalunya, per a completar de manera rendible la xarxa principal i, d'aquesta manera, contribuir al desenvolupament econòmic d'algunes comarques de Catalunya. Els projectes anaren avançant en llurs diverses fases tècniques i legals, però no foren portats a terme per la Mancomunitat, degut a la suspensió efectiva d'aquesta el setembre de 1923, amb el cop d'estat de Primo de Rivera. L'encàrrec del 1918 estigué a l'origen d'una de les anècdotes que contribueixen a la mitologia “terradasenca”. El seu nomenament fou contestat pel “cuerpo” d'enginyers de ca-

mins, que exigien la presència d'un titulat al front dels projectes ferroviaris (*Resum*, 1918). Terradas, enmig de la natural expectació, es presentà a tots els exàmens de la carrera entre el juny i el setembre de 1918 i obtingué el títol.

L'acció tecnològica de Terradas, dirigint la instal·lació de línies i centrals telefòniques, previ l'estudi tècnic i econòmic de llur necessitat i viabilitat, dirigint així mateix els estudis previs de traçat, topografia, etc., dels ferrocarrils, triant el possible material mòbil i tota la resta, fou complementada per una iniciativa pedagògica de gran significat: la creació de l'Institut d'Electricitat Aplicada el 1917, ampliat dos anys més tard a la Mecànica Aplicada. La rellevància d'aquesta iniciativa rau en el fet que, segons Alexandre Galí (Galí, 1981), aquest centre fou el que encarnà de manera més autèntica l'esperit dels impulsors de la Universitat Industrial. Terradas, ara en el camp de l'ensenyament tècnic secundari, concebé l'Institut d'Electricitat i Mecànica Aplicades (*Institut*, 1920) com un centre que combinava una escola, un taller i un laboratori al mateix temps. Els estudiants, per exemple, completaven els estudis teòrics amb pràctiques a la Secció de Telèfons o a la de Ferrocarrils i amb la producció al laboratori de components elèctrics aplicables a la telefonia, però també a dinamos i motors elèctrics. El 1920, dins el programa d'expansió de la Mancomunitat ("l'emprèstit dels 50 milions"), Terradas renovà l'antic laboratori d'assaigs de la Diputació, on tenia la seu el nou centre. El nou laboratori d'assaigs, junt amb els altres de diferents escoles de la Universitat Industrial, compogueren el 1922 un Laboratori General d'Assaigs i Condicionament, primer de la seva classe en la història catalana (*Obra realitzada*, 1923).

Al principi de 1923, Terradas acceptà la direcció d'un projecte privat: la construcció del ferrocarril metropolità "Transversal" de Barcelona. Aquest ferrocarril constituí la segona línia de metropolità de Barcelona i havia d'unir la Plaça Catalunya—centre de comunicacions—amb el recinte de la futura exposició universal que finalment tingué lloc el 1929. La nova línia, però, havia d'unir els dos extrems de Barcelona, del Besòs al Llobregat, segons els projectes d'aquesta època, aproximadament igual al que ha estat el seu traçat efectiu. L'empresa constructora del "Transversal", la Sociedad Metropolitana de Construcciones, fou durant uns anys, fins al 1927, com a mínim, el nou àmbit d'actuació de Terradas.

El 1923, la Secció de Telèfons de la Mancomunitat havia estès uns 6.000 km de línia telefònica i havia establert comunicació amb més de 400 pobles de Catalunya. La telefonia, però, entrà en una nova etapa quan el 1924, amb el nou marc legal del Directori militar, es creà la Compañía Telefónica Nacional de España, una concessió de la International Telephone and Telegraph (ITT) que seria nacionalitzada, en part, el 1946. La nova companyia absorbí la xarxa catalana el 1925 i E. Terradas passà a ésser-ne enginyer col·laborador. El mateix 1924, els tècnics de la Secció de Telèfons de la Man-

comunitat posaren en funcionament a Balaguer la primera central automàtica del país (Planell, 1951). La col·laboració de Terradas amb la Compañía Telefónica arribà al màxim quan en fou director general, del 1929 al 1931.

La dedicació de Terradas a la tecnologia orientà els seus estudis i les seves publicacions cap a qüestions de mecànica i elasticitat. Així, en el període 1919-1920 portà a terme estudis sobre la volta catalana, que són objecte d'anàlisi en aquest volum; la seva publicació més important correspon a la seva conferència sobre l'estabilitat de les estructures elàstiques, el 1926, a l'Escola de Camins de Madrid; també corresponen a aquesta època entrades de l'Espasa com ara "Ferrocarril", "Puente", "Placa" o "Resistencia de materiales". L'estiu del 1927 Terradas ocupà la càtedra de Cultura Espanyola de la Institución Cultural Española de Buenos Aires i féu una gira de conferències i per a l'establiment de contactes per a projectes empresarials per diversos països de l'Amèrica Llatina, Xile, Uruguai, Bolívia (*Anales*, 1952).

Tornant del viatge a l'Amèrica Llatina, Terradas s'incorporà a les sessions inaugurals de l'Asamblea Nacional creada pel nou Directori *civil* del general Primo de Rivera, de la qual havia estat *designat* membre com a representant "de actividades de la vida nacional" i incorporat a la Secció 10, d'Educació i instrucció (*La Asamblea Nacional*, 1927). Formaven part de l'Asamblea homes de ciència tan conservadors com Antonio de Gregorio Rocasolano però també personalitats, potser sense gaire significació política, com Leonardo Torres Quevedo o l'antic lliurepensador Odón de Buen. Mencionem que Blas Cabrera, el capdavanter de la física a Espanya i home d'idees democràtiques, també fou membre d'una Asaembla "orgànica" en la qual el règim primoriverista pretenia fer una inflexió malgrat la qual no aconseguí evitar, uns dos anys després, la seva caiguda, que obrí les portes d'un nou període de llibertats polítiques amb la constitució de la Segona República. La participació de Terradas en l'Asamblea, tanmateix, el marcà políticament gairebé fins a la seva mort. És clar que Terradas havia estat i seria sempre una persona de tarannà i idees conservadores, però el seu compromís polític concret fou sempre força discret: excepte en el període 1927-1930, en el qual ocupà aquest lloc a les Corts "orgàniques" de Primo de Rivera, Terradas es féu càrrec únicament de posicions de caire tècnic o científic, malgrat l'extrema polarització de la vida política del país que abocà moltes persones de drete el feixisme...

El 1928 tingué lloc un episodi molt important en la vida de Terradas. Per iniciativa de la Facultat de Ciències de Madrid, i per una idea de Julio Rey Pastor, segons ens consta, fou nomenat catedràtic d'Equacions Diferencials d'aquella facultat, sense passar per oposicions, atenent a la seva reconeguda vàlua científica i aprofitant la seva residència llavors a Madrid. Aquest nomenament li hauria de complicar la vida més endavant.

1931-1940: L'ÈPOCA DE LES DIFICULTATS

El 1931, amb el nou clima que propicià la proclamació de la República, hom posà en qüestió el nomenament de catedràtic de Terradas a Madrid. Foren, segons consta, els representants dels alumnes al Claustre de Ciències de Madrid, pertanyents a la FUE, els que plantejaren l'afer. Després de discussions força confuses hom decidí que la plaça de Terradas s'havia de proveir per oposició. L'any següent, 1932, tingueren lloc els exercicis als quals E. Terradas es presentà com a únic aspirant (altres havien signat l'oposició però es retiraren). Terradas no aconseguí superar-los: es trobà amb un tribunal on tenia majoria la nova generació de matemàtics forjada per l'esforç de Julio Rey Pastor i d'ell mateix. Aquests joves professors no consideraren adequada la trajectòria de publicacions de Terradas i jutjaren amb tot rigor els errors que Terradas cometé en els exercicis; errors fruit de la dificultat dels problemes plantejats, però també d'un Terradas disminuït de forces per l'edat (49 anys) i per circumstàncies personals de caràcter greu, la mort en el període dels exercicis d'una filla seva durant el seu primer part. Julio Rey Pastor, un dels principals defensors públics de Terradas després de la seva exclusió com a catedràtic, estava nomenat com a membre del tribunal de les famoses oposicions i no hi acudí, sense que consti el motiu de la seva absència: la seva presència, però, potser hauria salvat Terradas del mal tràngol, encara que això només sigui una pura especulació (Cuesta, 1966).

Perduda la seva càtedra de Madrid, E. Terradas tornà a Barcelona. Encara que hi conservava drets adquirits per l'oposició guanyada el 1907, un nou catedràtic s'havia fet càrrec dels cursos de física superior. La qüestió s'arranjà gràcies al seu antic professor, Eduard Fontserè, el qual li cedí la càtedra de mecànica racional i ell passà a ocupar la de Geofísica, restablerta al cap de 30 anys. Seguí vinculat amb l'activitat científica madrilenya i donà alguns cursos a la Universitat central, com, per exemple, un sobre Estadística, pioner en el nostre país.

Tornat a Barcelona, s'incorporà de nou a l'Institut d'Estudis Catalans. Com a iniciativa més rellevant, mencionem la creació, el 1933, d'un Centre d'Estudis Matemàtics, la primera institució en aquest camp en la història de Catalunya.

El juliol de 1936, Terradas es trobava a Oslo, al Congrés Internacional de Matemàtics. Havia començat a participar en aquests congressos l'any 1908, al de Roma, i n'era un membre destacat. El 1932, per exemple, formà part del comitè d'"homes bons" que havia de buscar una fórmula per a restablir la unitat dels matemàtics, trencada arran de la primera guerra mundial, a conseqüència de la qual foren expulsats els matemàtics alemanys i els seus aliats (Romaña, 1932).

Des d'Oslo, Terradas tornà a Catalunya amb certa precipitació, segons les nostres notícies. Sembla que passà a Barcelona els primers mesos de la guerra però havia de sentir-se prou incòmode amb la nova situació perquè l'octubre de 1936 demanà permís al rector de la Universitat, i l'obtingué, per a anar a l'Argentina en "missió especial". Segurament havia restablert els contactes iniciats el 1927, i amb el seu amic Julio Rey Pastor, professor a la universitat argentina des del 1920. Sembla que hi anà per via de París. En els primers mesos de 1937 començava a donar classes a la Universitat de La Plata i entrava com a col·laborador a l'Observatori Astronòmic. La seva estada a l'Argentina, prolongada fins al 1941, fou una època fructífera i sembla que relativament complaent. De fet, Terradas hi visqué un bon moment científic (i social) i tingué l'oportunitat de participar en projectes interessants, com la mesura de l'arc de meridià, que el portà fins a la Terra de Foc; en diverses construccions i obres civils; i en treballs de recerca a la Universitat, llavors també en un moment àlgid. A l'Argentina, Terradas tingué un accés més directe a la recerca nord-americana, per posar un exemple de les possibilitats de la seva estada. D'altra banda, tingué al seu càrrec la projecció de l'aeroport de La Plata, encara que aquest fou un dels darrers treballs que portà a terme i, de fet, no s'arribà a construir segons la seva direcció.

El 1940, Julio Palacios, l'únic físic rellevant que restà amb els vencedors de la guerra, després de l'exili de Blas Cabrera a Mèxic, visità l'Argentina i portà un missatge a Terradas per a tornar a Espanya. De fet, era el general Vigón el que tenia interès a reconstruir l'aparell de recerca espanyol. Terradas féu un viatge a Espanya i retornà a l'Argentina el mateix any. Tots els indicis ens porten a pensar que pretenia seguir el model de Rey Pastor, combinant el treball a tots dos costats de l'Atlàntic. El viatge que emprengué el 1941 cap a Espanya, però, seria l'últim. Les pressions que exerciren els nous dirigents polítics i científics espanyols i l'augment del perill per a navegar degut a la segona guerra mundial, el decidiren a quedar-se a Espanya.

1941-1950: RECONSTRUIR LA RECERCA CIENTÍFICA A ESPANYA

No ens hem d'estendre en aquesta secció, car ja dedicarem un treball publicat recentment (Roca-Sánchez Ron, 1983) i en aquest mateix volum hom presenta un testimoni d'aquesta etapa de la vida científica de Terradas. Terradas assumí la càtedra de Física matemàtica de la Universitat central i esdevingué, *de facto*, el dirigent de la física i de l'enginyeria teòrica a Espanya. Els deixebles de Terradas foren la base del programa de recerca nuclear espanyol, que es materialitzà, mort Terradas, en la Junta de Energía Nuclear. Terradas fundà, així mateix, l'Instituto Nacional de Técnicas Aero-náuticas. Aquesta institució era hereva de l'Escuela Superior Aerotécnica

fundada per Emilio Herrera el 1929 (però el llavors general Herrera també era exiliat, degut a la seva fidelitat a la República). Terradas també intervingué en la construcció de la central termoelèctrica de Ponferrada.

Tal com ho havia fet anys enrera, Terradas tornà a fer venir membres destacats de la comunitat científica internacional a Espanya, en aquesta època reticents davant el caràcter dictatorial del nou règim. El centenari de l'Acadèmia de Ciències de Madrid, el 1949, comptà amb una gran representació internacional, en part gràcies a les gestió personal de Terradas, que continuava tenint una xarxa àmplia i seriosa de contactes internacionals.

La trajectòria científica de Terradas ens mostra, doncs, una persona ocupada gairebé completament en l'estudi i l'acció dinamitzadora de la vida científica del país. Un país, per altra banda, en el qual se succeïren greus esdeveniments i dramàtiques polaritzacions de la vida social, fins a la guerra. Cap dels protagonistes d'aquesta època en defugí les contradiccions. La personalitat conservadora de Terradas li permeté, però, de sobreviure científicament i establir un pont entre l'esforç del primer terç de segle per a establir una vertadera recerca científica al país i les noves generacions d'investigadors nascudes al voltant de la revolució industrial dels anys 1960.

REFERÈNCIES

Anales, 1952

"El curso del Ing. Esteban Terradas en la Universidad de Buenos Aires". *Anales de la Institución Cultural Española*, Tom Tercer, 1926-1930, primera part, Buenos Aires 1952, pp. 424-452.

BORN, 1906

Max Born: *Untersuchungen über die Stabilität der elastischen Linie in Ebene und Raum, unter verschiedenen Grenzbedingungen, von...* Göttingen 1906, 103 pp. + 13 gràfics i 7 fotografies.

CIRERA, 1911

Ricardo Cirera S.J.: "Recientes progresos de las ciencias astronómicas en España". Discurs inaugural de la secció 2a, Astronomia i Física del Globus, del Congrés de Granada de l'Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Madrid, 1911.

CUESTA, 1966

Norberto Cuesta Durari: "Don José Barinaga. *In Memoriam*". *Gaceta Matemática*; 1966, pp. 63-86.

El Liberal, 1905

"D. Moisés Nacente". *El Liberal*, Barcelona, 25 de març de 1905.

GALÍ, 1981

Alexandre Galí: "Institut d'Electricitat Aplicada i Escola de Directors d'Indústries Elèctriques", dins *Obra Completa*, llibre IV, primera part. Fundació A. Galí, Barcelona, 1981.

Institut, 1920

[E. Terradas]: *Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas*. Barcelona, 1920.

JARDÍ, 1961

Ramon Jardí: "La obra del Dr. D. Eduardo Fontserè". *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes*, Tercera època, vol. XXXIII, pp. 477-499.

La Asamblea Nacional, 1927

La Asamblea Nacional. Publicaciones Patrióticas. Madrid, octubre i novembre de 1927, 2 volums.

Obra realitzada, 1923

Mancomunitat de Catalunya: *L'obra realitzada 1914-1923*. Barcelona, 1923.

PALACIOS, 1951

Julio Palacios: "Terradas, físico", en *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1951.

PLANELL, 1951

Francisco Planell: "Terradas, ingeniero en Cataluña" en *Discursos pronunciados en la sesión necrológica...*, Madrid, 1951.

Resum, 1918

Mancomunitat de Catalunya: *Resum dels acords del Consell Permanent dels mesos de maig, juny i juliol de 1918*. Barcelona, 1918.

REY PASTOR, 1915

Julio Rey Pastor: "Valoración de la cultura matemática española". Discurs inaugural de la secció de matemàtiques del *Congreso de Valladolid de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*. Madrid, 1915.

ROCA-SANCHEZ RON, 1983

A. Roca, J.M. Sánchez Ron: "La vuelta de Esteban Terradas a España (1940-1950)". *Llull*, vol. 6, 1983, pp. 105-142.

ROMAÑA, 1932

Antonio Romaña: "El Congreso Internacional de Matemáticas en Zurich". *Ibérica*, any XIX, vol. XXXVIII, 1932, pp. 262-272.

NOTÍCIES BIOGRÀFIQUES

P. PUIG ADAM: "En memoria de Don Esteban Terradas", *Dyna*, 1950, pp. 243-246.

P. PUIG ADAM: "Una vida excepcional: Esteban Terradas". *ABC*, 24 de febrer de 1952. Reproduït a *Instituto de Ingenieros Civiles de España. Boletín Informativo*, any II, setembre-octubre 1954, pp. 6-11.

E. DE RAFAEL: "Esteban Terradas". *Revista Matemática Hispano-Americana*, 4a sèrie, vol. XI, núms. 1 i 2, 1951, pp. 5-16.

E. DE RAFAEL, J. PALACIOS, F. PLANELL, F. LAFITA i J. REY PASTOR: *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1951.

J.M. TORROJA MIRET: "E. Terradas". *Revista de Obras Públicas*, juny de 1950, pp. 329-331.

A. ROCA: "La llegada de la 'gran ciencia' a España. Las aportaciones de Esteban Terradas Illa (1883-1950)". *Mundo Científico*; vol. 4, núm. 39, setembre 1984, pp. 908-915.

ESTUDIS SOBRE L'OBRA CIENTÍFICA DE TERRADAS

A. ROCA: "L'impacte de la hipòtesi quàntica a Catalunya", dins *El científico español ante su historia*. Actes del Primer Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias (Madrid, 1978), editades per S. Garma. Diputación Provincial, Madrid, 1981, pp. 383-389.

A. Roca: "La incidència del pensament d'Einstein a Catalunya (1908-1923)", dins *Centenari de la naixença d'Albert Einstein*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona 1981. pp. 165-184.

A. Roca, T. F. Glick: "E. Terradas i T. Levi-Civita: una correspondència". *Dynamis*, 2, 1982, pp. 387-402.

A. Roca: "Esteve Terradas (1883-1950) en la renovació de la comunitat científica catalana" (*ciència*), 27, maig de 1983, pp. 316-320.

A. Roca: "Esteve Terradas i el desenvolupament de la comunitat científica espanyola del segle XX" en Luis Español González (editor): *Actas I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 1985, pp. 247-256.

ESTUDIS D'ESTEVE TERRADAS SOBRE LA VOLTA DE MAÓ DE PLA

per

JAUME ROSELL i ISABEL SERRÀ

Aquesta és una reflexió sobre els treballs que, durant els anys 1919, i següents, Esteve Terradas i Illa realitzà sobre el comportament resistent de les voltes de maó de pla. Aquests treballs foren motivats per una petició que li féu Josep Puig i Cadafalch, arquitecte, aleshores president de la Mancomunitat de Catalunya, de la qual Terradas era enginyer, per tal d'analitzar el comportament i les possibilitats de càlcul de les voltes d'escala.

El material que hem usat en aquesta recerca és, bàsicament, el que hem convingut d'anomenar la "llibreta de la volta", on figuren una serie de notes i càlculs i la versió manuscrita de la "primera comunicació provisional a D. Josep Puig i Cadafalch."¹

LA VOLTA DE MAÓ DE PLA O "VOLTA CATALANA"

La volta de maó de pla és construïda amb maons i aglomerant (guix, ciment o morter); generalment maons prims, quasi sempre rajoles, posades de pla i no de cantell, configurant fulles, o gruixos, units entre sí dos o tres o més.

Les corbes que es formen amb aquests materials són diverses, amb directriu (de revolució o altres), superfícies reglades, paraboloides, etc.

El procés de construcció resultava senzill i poc costós en el marc de les tècniques pre-industrials: una volta sense cintra i de ràpida execució que podia bastir-se amb pocs mitjans.

Tradicionalment, la volta de maó de pla s'ha usat per a cobrir l'espai, com a sostre, com a coberta, per a formar escales, etc. Una tècnica que trobem tant en la construcció popular com en la monumental: cases de camp, cases de pisos, edificis industrials, palaus, esglésies, etc.

Avui és una tècnica en desús al nostre país i, generalment, a tot el món industrialitzat; però abans, com totes les tècniques a base de petits elements conformats, era molt emprada per la seva gran versatilitat, adaptabilitat i barator, que la convertien en una tècnica universal.

Al final del segle XIX i al principi del XX, la tècnica del maó de pla és molt popular a Catalunya i les voltes bastides amb ella mostren la destresa dels artesans de la construcció fins a tal punt que, a fora, es comença a parlar de la “volta catalana” i, com algú ha dit, comença a veure’s la volta de maó de pla com “una manera catalana de cobrir l’espai.”

Sobre la història i els precedents de la volta de maó de pla s’han escrit textos diversos² que coincideixen a assenyalar el creixement industrial de Catalunya com a factor que popularitza l’ús de la volta i d’altres tècniques del maó de pla. Més tard, l’aparició dels ciments artificials, els quals confeixen una major resistència als morters, consolida els avantatges d’aquesta tècnica i Catalunya es converteix en un centre de difusió de la volta arreu del món.

Només a Nord-amèrica, l’arquitecte valencià Rafael Guastavino i Moreno, que estudià i construí notables edificis a la Barcelona dels anys 1860 i 1870, fundà la societat “Fireproof Company” i patentà la volta catalana amb el nom de “timbrel vault” com un sistema de construcció anti-foc, i arribà a construir, als Estats Units i al Canadà (i fins i tot a l’Índia), més de dos mil edificis, alguns dels quals de gran envergadura.

A Catalunya, la volta es convertí en una versió, la més espectacular, de tot un sistema de construir a base de maó de pla que permet de fer fonaments, pilans, parets, envans, terrats i altres elements. Un sistema que fou batejat per aquells arquitectes que aspiraven a la conformació d’una “arquitectura nacional” amb el nom de “construcció catalana”.

Entre ells, n’esdevé especialment propagandista Josep Puig i Cadafalch, el qual canta les excel·lències del sistema i de la volta en el Congrés Internacional d’Arquitectes celebrat a Madrid l’any 1904, i en altres publicacions i articles.

L’any 1919, poc temps després que Puig accedís a la presidència de la Mancomunitat (1917), es produí l’encàrrec a Esteve Terradas que constituïx el motiu d’aquesta comunicació.

EL CÀLCUL DE LA VOLTA A LA BARCELONA DEL COMENÇAMENT DE SEGLE

Quan Puig encarregà el dictamen a Terradas, el tema del càlcul de la volta era candent i molt popular. La volta, de sempre construïda *a sentiment* pels paletes, era reconeguda com una estructura “impossible” de calcular. Tan bon punt com mostrà les seves propietats tècniques i plàstiques, fet que coincidí amb l’aparició de les primeres institucions científiques en el món de

la construcció, com per exemple l'obertura de l'Escola d'Arquitectura de Barcelona, el càlcul de la volta fou producte d'especulacions i hom assajà distints sistemes que avalesin allò que la pràctica donava per bo.

Les primeres aportacions, lògicament la transposició dels mètodes de càlcul emprats per als arcs de pedra i de maó adovellat, es limiten a recullir els principis de la grafostàtica, que contemplen els cossos com a sòlids rígids.

S'estava treballant en aquesta línia des del final del segle XIX. Guastavino en fou un dels iniciadors. A més, ell propicià als Estats Units³ els assaigs sobre fàbriques i morters i tabulà al M.I.T. les seccions i condicions de les voltes més usuals, tot mostrant les grans possibilitats de la tècnica del maó de pla.

Es recullen aleshores les teories que preconitzen la configuració formal de l'arc amb la inversió del polígon de forces i que aquest transcorri sempre dins el terç central de la secció. Bé que, com diu Jeroni Martorell,⁴ atenent la configuració especial de la volta, pel que fa a l'adherència dels fulls i al tipus de material emprat, la pràctica mostra que poden superar-se les condicions teòriques. En aquest sentit d'introduir correccions que aproximïn la teoria a la realitat, anaven els estudis de Domènech i Estapà.⁵

És a dir: que si, d'una banda, s'intuïa la capacitat elàstica de la volta (Fèlix Cardellach, per exemple, en donà una bona idea⁶) les pràctiques del càlcul analític eren encara les usades antigament per als sòlids rígids i s'empraven sobretot les teories que Moseley i Mery havien desenvolupat sobre els mètodes de traçat de la corba de pressions.

En un altre nivell hem de situar Gaudí i els seus deixebles: Rubió, Jujol, etc. Aquests tenien una visió més clara del problema. Contemplaven com les pressions no es transmetien en un pla (i per tant invalidaven la recerca a partir de considerar la volta com a suma d'arcs) sinó de forma estèrea en el conjunt de l'element. Preocupats per la "síntesi arquitectònica", que exigeix, diuen,⁷ tenir en compte l'estabilitat al mateix temps que la funció i la forma, treballaven amb models de la realitat i amb càrregues a escala per tal de determinar els esforços en qualsevol direcció, usant, d'aquesta manera, totes les possibilitats que tenia el càlcul tradicional. Però el comportament elàstic de la volta ens havia de procurar encara moltes sorpreses.

Els nous conceptes de l'elasticitat, fruit de les aportacions de Lamé, Cauchy, i Navier, etc., arribaren més tard a les voltes de maó de pla, de mà de l'arquitecte Jaume Bayó.⁸ Bayó, bé que concebeix ja la volta com una làmina metàl·lica, pretén de calcular-la també considerant-la com a resultat de la suma d'arcs, arcs elàstics tanmateix, cosa que li permet una aproximació més gran a les condicions de treball real, de manera que proposa d'establir lliurement la forma de l'arc i, comprovades les tensions, reforçar les seccions més perjudicades.

Així estaven les coses en la segona dècada del segle XX, quan Puig i Cadafalch encarregà a Terradas que estudiés el comportament de les voltes d'escala.

ELS TREBALLS D'ESTEVE TERRADAS

Formuació d'hipòtesis i objectius generals

De bon començament, Terradas es planteja quin ha d'ésser l'aparell instrumental analític adequat per tal d'aplicar la Teoria de l'Elasticitat a l'estudi de les voltes de maó de pla. Aquesta és una primera novetat en els estudis de la volta, atès que la Teoria de l'Elasticitat, que presenta un fort component operatiu matemàtic, no era ben coneguda encara en els mitjans usuals de l'arquitectura i, per tant, no s'havia aplicat mai amb rigor.

Alhora, Terradas es proposa de portar a terme la comprovació experimental dels resultats obtinguts analíticament. Aquesta comprovació la planteja sobre un model a escala d'un tipus usual de volta i la fa extensiva als seus materials components, ceràmiques i aglomerats, i al comportament de llur unió. És evident que aquesta manera d'operar, alhora analítica i experimental, constitueix una forma científica de plantejar-se el treball.

Tenint present que els elements construïts amb maó de pla són especialment prims, Terradas intueix d'antuvi el possible corbament (pandeig) de la peça i el paper que hi poden arribar a jugar els timpans. Això reflecteix una visió clara del problema i una innovació fonamental en els estudis de càlcul de voltes que fins ara s'havien fet a Catalunya.

Després, Terradas porta lluny el seu pensament sobre la volta de maó de pla. anotant la possibilitat d'emprar-la en estructures d'envergadura, per exemple en els ponts, i en els treballs d'obra pública sens dubte presents en la seva feina d'aquell temps com a enginyer de la Mancomunitat de Catalunya. I proposa assaigs amb ceràmiques armades; possibles variants per tal de reforçar els timpans; estudis comparatius amb l'obra de maó a sardinell i amb els ponts de formigó; i es proposa analitzar els costos de la construcció amb maó de pla referits als de les construccions amb altres tècniques usuals. La materialització de totes aquestes hipòtesis de treball que contemplen l'extensió de les tècniques del maó de pla més enllà de les voltes d'escala, no apareix en els documents consultats i diríem que no es dugué a terme aleshores, però sens dubte la formulació d'aquestes hipòtesis obria un camí del qual més tard encara en veurem algunes traces.⁹

Finalment, es proposa contemplar les possibilitats d'aplicació del càlcul ordinari a les voltes de maó de pla i de configurar una teoria de la volta guerdada amb suports a les parets, tot tornant a la volta d'escala aplomada que, a la vista de la "comunicació provisional", que comentarem més endà-

vant, és concretament allò que Puig i Cadafalch li havia encarregat. Alhora es proposa d'examinar l'espectacular volta d'escala de Can Batlló, construïda per Guastavino l'any 1868 o 1869, en el propi edifici on ara hi havia els laboratoris de la Mancomunitat, allà on Terradas tenia el seu despatx.

Estudi i primeres conclusions

Plantejades les hipòtesis i els objectius inicials, Terradas va anotant a la "llibreta" l'aparell analític que es pot usar tot plantejant-se les condicions materials en què caldrà realitzar els assaigs: tipus de materials a emprar i condicions generals, construcció de les articulacions, material més adequat per a carregar la proba, etc.. Allà deixa constància dels resultats obtinguts per diversos laboratoris estrangers sobre el comportament a compressió, extensió i tallant de la unió de les peces de ceràmica i dels morters, arenes i ciments utilitzats en cada cas.

La lectura d'aquestes notes és difícil car es tracta d'uns apunts d'ús personal, escrits indistintament en català, castellà, alemany, anglès i francès, però sobretot perquè constitueixen una sobreposició d'anotacions sense la continuïtat d'un procés metòdic més fàcilment legible; però, tot i així, mostren ben clarament com es van corregint les propostes a mesura que avança el temps i com existeix un raonament dialèctic entre el plantejament analític i la preparació dels experiments.

Probablement els assaigs parcials que en aquell mateix temps en què s'escriuen les notes s'anaven realitzant, als propis laboratoris de la Mancomunitat, no varen acabar de donar els resultats esperats.¹⁰

Quant a l'assaig del model d'arc de tres articulacions, Terradas, en comprovar analíticament les tensions màximes que produïa la càrrega de ruptura,¹¹ i en observar que són totes elles molt petites, conclou que la ruptura es produeix a causa del pandeig, tal i com probablement ja havia intuït de bon començament. Anota aleshores la importància del gruix i dels timpans en les voltes.

A partir d'aquí comprova analíticament el pandeig, no solament en l'arc assajat sinó en la mateixa volta de Guastavino de 10 m de llum, la qual teòricament resulta que no absorbeix aquest esforç i, això no obstant, s'aguanta.

Aleshores és quan Terradas s'adona del paper que juga el tercer empostament, el de tota la llargada de la volta en el mur perimetral de la caixa d'escala, i de com la volta d'escala, i per extensió totes les voltes de maó de pla, han de considerar-se com una làmina on les seves condicions en els extrems esdevenen fonamentals. Això inaugura una nova etapa en la comprensió i en el càlcul de les voltes.

Després d'unes reflexions sobre allò que cal fer per a pal·liar l'efecte del pandeig en les voltes d'escala: distribució de la càrrega, regata a la paret i cura en l'execució dels timpans, es disposa a redactar la "primera comunicació provisional" adreçada a Puig i Cadafalch.

La comunicació provisional

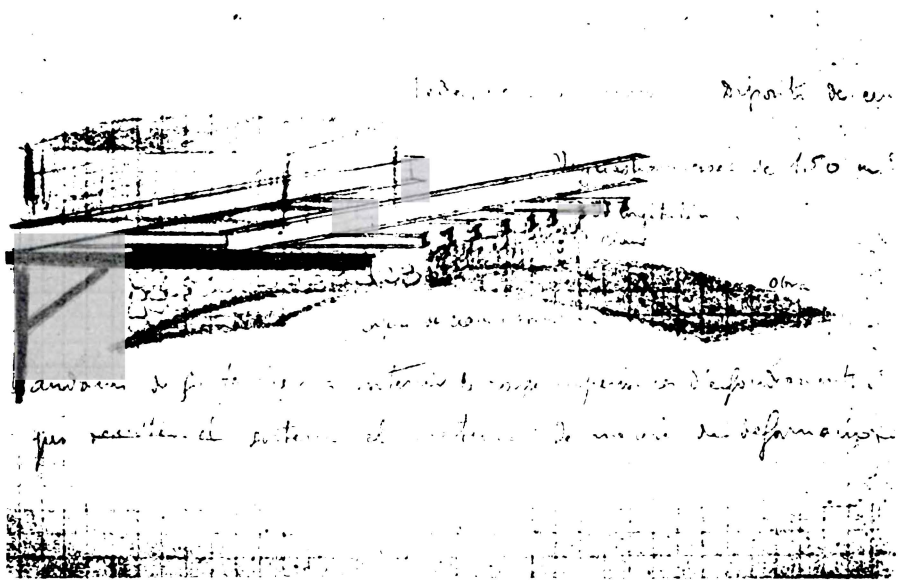
D'aquesta primera comunicació, que porta per títol "Examen de les voltes d'escala (a D. Josep Puig i Cadafalch)" i que ocupa unes quantes pàgines de la "llibreta", n'hem trobat també un mecanografiat corregit. Els resultats expresats en aquest mecanografiat resultaren posteriorment publicats per Joan Bergós,¹² i per això no inclourem aquí el text d'aquesta comunicació de la qual només farem un breu comentari.

Terradas hi comença definint la volta d'escala, i diu "*és una làmina de superfície corba. Les forces exteriors són el pes propi, la sobrecàrrega estàtica i la dinàmica dels pesos mòbils. La deformació de la volta, considerada com la d'una làmina, ha de tenir en compte les condicions en els límits, que són: o bé dos empotraments i un suport o tres empotraments en tres dels costats. L'altre costat és lliure.*"

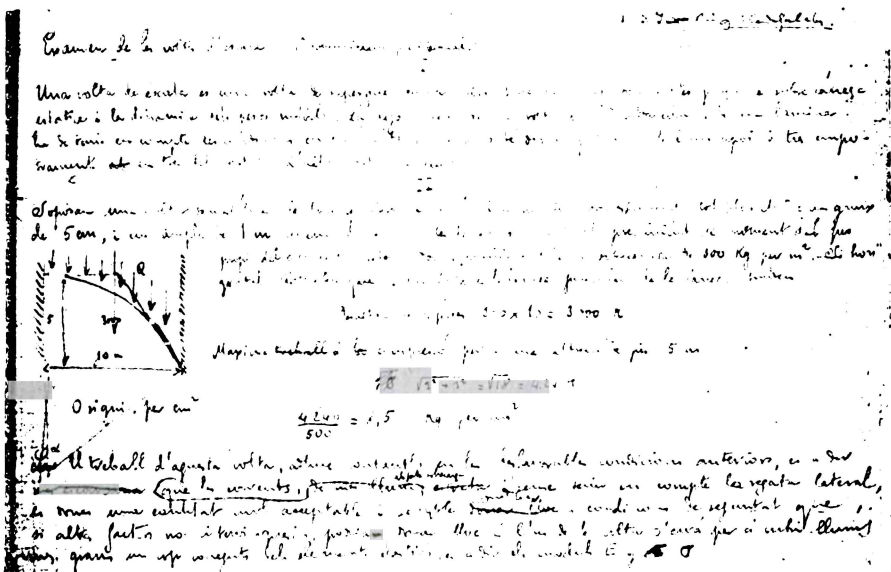
Aplica, a continuació, el càlcul usual a la volta de Guastavino i mostra com, sense tenir en compte la regata lateral, aquella s'aguanta tot donant xifres acceptables pel que fa al treball a compressió i a tracció de la secció recta. Però, diu, "*el treball de la secció recta no és "abastant" per a obtenir l'estabilitat de la volta. La singularitat de la volta d'envà és el poc gruix. Sistemes elàstics en que una o dues dimensions siguin molt petites respecte d'altre o d'altres presenten determinades inestabilitats. El cas més senzill és el descobert per Euler o cas ordinari de flambatge de figures rectes. Mes existeix flambatge semblant en plaques i en làmines corbes. El càlcul de la resistència de les voltes d'escala rau en l'establiment d'una fórmula convenient per al flambatge de làmines corbes amb determinades condicions límits.*"

Després Terradas anuncia que continuarà treballant en la recerca d'un aparell operatiu adient, ja que "*El problema no pot atacar-se per la integració directa de les formules de Love. Assajaré l'aplicació de dos mètodes. L'aproximat de Ritz "Neue Methode zur Lösung gewisser variations problems", o la utilització de la condició de Jacobi sobre l'existència d'un camp d'extremals que faci mínima l'energia potencial.*"¹³

Seguidament, usant un aparell analític aproximat, amb fórmules dels tractats de Maier i Timoshenko, Terradas mostra la realitat de les seves afirmacions. El fet que la volta de Guastavino necessita la regata lateral i el fet, en canvi, que en el cas de les voltes per tranquil usuals d'escala traçades en una semiplanta, és a dir de dimensions menors, aquella condició, d'encasrar una tercera cara de la làmina, no es fa necessària.



Terradas anava escrivint i dibuixant a la “llibreta de la volta” allò que pensava fer i allò que anava fent. Aquest dibuix preparava un dels assaigs.



Pàgina de la "llibreta de la volta" en la qual Terradas comença a resumir el que serà el seu informe a Puig i Cadafalch.



Ningú sabia perquè, però aquestes voltes resistien: els tècnics de sota l'escala en són ben convençuts.



Tram de l'escala de Ca'n Batlló, construïda per Guastavino, que Terradas es proposà examinar.



La volta de maó de pla va ser emprada en innumerables edificis, de vegades amb gran expressivitat. Interior de la fàbrica Aymerich Amat i Jover de Terrassa construïda l'any 1909.

ELS ESTUDIS CONTINUEN

Després de la comunicació provisional, la "llibreta de la volta" conclou tot recollint diverses operacions de càlcul analític, entre els quals es troben diverses provatures basades en el mètode de Ritz anunciat.

L'any següent, el 1921, l'Enciclopedia Espasa publica sota la veu "placa",¹⁴ un article d'Esteve Terradas on apareix l'aplicació de les fórmules de Ritz a la volta d'escala tot fent una hipòtesi de corba cilíndrica. Allà Terradas deixa entreveure que l'assaig experimental s'ha dut a terme.

Foren continuades les investigacions? Existeixen altres comunicacions que desconeixem? Notes posteriors que parlen dels assaigs i les dades obtingudes per Terradas¹⁵ podrien fer pensar en l'existència de més material, però en la nostra recerca apareix un buit notable fins a l'any 1926.

Efectivament, l'any 1926, Terradas dona un curs d'"alta cultura científica" a l'Escola d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Madrid. Aquesta conferència fou integralment revisada i publicada l'any 1927 amb el títol "De la estabilidad geométrica en estructuras elásticas".¹⁶ En l'apartat "C", on es desenvolupa el pandeig de les plaques i les superfícies corbes, diríem que es reflecteix el pensament definitiu de l'autor sobre els temes que ens ocupen però no s'arriba a establir l'aparell analític necessari per al càlcul de les voltes de maó de pla.

Amb el pas del temps, les repercussions dels treballs de Terradas sobre la volta restaran minimitzades perquè aquesta tècnica caurà en desús i el càlcul de làmines es referirà sobretot al formigó armat.

L'any 1934, Josep Goday, en el seu discurs d'ingrés a l'Acadèmia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi¹⁷ menciona algunes aportacions fetes per Esteve Terradas i tracta d'incorporar les noves investigacions sobre els procediments de càlcul.

Ja en la postguerra, quan la volta tornava a ressorgir com a tècnica adient per a un país emprobit, un deixeble de Terradas, Bonaventura Bassegoda, posarà al dia l'estat de la qüestió, tot deixant clar el paper cabdal que Terradas tingué en la seva discussió.¹⁸

També Joan Bergós, que fou col·laborador de Gaudí i del mateix Terradas en el Laboratori de la Mancomunitat, ens explica distints aspectes de la personalitat i dels treballs que l'enginyer realitzà a propòsit de les tècniques del maó de pla.¹⁹ Bergós, amb manca de mitjans i riquesa d'idees, tractà de continuar els treballs experimentals sobre les tècniques de la volta que feia extensiu a altres tipus de construccions amb maó de pla.

CONCLUSIONS

Podem dir, doncs, que els treballs d'Esteve Terradas i Illa sobre la volta de maó de pla representen una aportació fonamental al càlcul de la volta i, des d'ella, al càlcul de membranes i làmines corbes.

Ell intuï i comprovà el tema del pandeig, i descobrí que, a efectes de càlcul, el comportament de la volta ha d'assimilar-se al d'una làmina corba.

Bé que no arribà a determinar el procediment analític adequat per a calcular les voltes, mostrà de manera clara quin era el camí que caldria seguir.

Aquestes aportacions clarificaren completament quina era la veritable natura de les voltes de maó de pla.

En aquests resultats es destaquen sense cap dubte les excepcionals qualitats personals de Terradas i la seva capacitat de treballar científicament però hem d'anotar, especialment, la seva condició de matemàtic, de coneixedor de la Teoria de l'Elasticitat,²⁰ i la seva gran sensibilitat per tot allò que succeïa en l'entorn científic del seu món, cosa que es fa palesa en veure l'aparell operatiu que coneix i la bibliografia que utilitza. Algunes de les teories emprades per ell s'estan produint en el mateix moment del seu propi treball. I aquells eren "altres temps."

Agraïm a l'Institut l'acolliment d'aquestes notes i a Antoni Roca l'entusiasme que ens ha comunicat, essencial per a analitzar aquesta petita aportació de Terradas a la modernització de la construcció i de l'arquitectura, petita sobretot per la dimensió de la seva obra global com a enginyer i matemàtic.

NOTES

1. Aquest material original es troba dipositat al Fons E. Terradas de l'Institut d'Estudis Catalans, acompanyat d'altres llibres i textos que constituïren la biblioteca de l'enginyer. Alguns d'aquests materials han estat consultats en el transcurs de la nostra recerca. Completamentàriament, hem fet servir els fons de la biblioteca del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya i la del Col·legi d'Aparelladors de Barcelona, sobretot en el que fa referència als aspectes de la història del càlcul de la volta.
2. Altres aspectes històrics poden consultar-se en els textos citar a les notes 16, 17 i 18 d'aquest treball. Una àmplia bibliografia sobre el tema de les voltes i de les de maó de pla pot trobar-se a: BASSEGODA NONELL, J.: *La ceràmica popular en la arquitectura gòtica*. Ediciones Thor. Barcelona 1983. (Hem consultat la 3a edició.)
3. A més d'escriure obres sobre el tema, Guastavino publicà les sèries d'assaigs a: GUASTAVINO, R.: *Essay on the theory and history of Cohesive Construction. Applied especially to the timber vault*. Ticknor and Company. Boston 1893.
4. MARTORELL, J.: "Estructuras de ladrillo y hierro atirantado en la arquitectura catalana moderna". *Anuario de la Asociación de Arquitectos de Cataluña, para 1910*. (pp. 119 a 146). Barcelona 1910.
5. DOMÈNECH Y ESTAPA, J.: "La fábrica de ladrillo en la construcción catalana". *Anuario de la Asociación de Arquitectos de Cataluña para 1900*. (pp. 37 a 48). Barcelona 1900.

6. CARDELLACH, F.: *Filosofía de las estructuras* (pp. 57 i següents). Editores Técnicos Asociados. Barcelona 1970. La primera edició és del 1910.
7. RUBIO, J.: "Dificultats per arribar a la síntesi arquitectònica". *Anuari de l'Associació d'Arquitectes de Catalunya per 1913* (pp. 63 a 79). Barcelona 1913.
8. BAYO, J.: "La bóveda tabicada". *Anuario de la Asociación de Arquitectos de Catalunya para 1910* (pp. 158 a 184). Barcelona 1910. (Transcripció segons les notes preses per l'alumne de l'Escola d'Arquitectura, Amadeu Llopart.)
9. Per exemple, els estudis de Joan Bergós en els mateixos laboratoris que havien estat de la Mancomunitat de Catalunya i a l'Escola del Treball.
10. Això insinua Terradas en un paràgraf ratllat de la "primera comunicació provisional". Tot i que hem cercat alguns assaigs fets al laboratori de la Mancomunitat durant els anys 1919 i 1920 no hem sabut establir cap correlació entre ells i les dades de la "llibreta de la volta".
11. Les tensions deduïdes a la "llibreta" són: per gruix de 3 cm i 2 rajoles agafades amb morter de ciment, 3,3 kg/cm² a la compressió i 0,7 kg/cm² a la tracció; suposant que fallés l'adherència i només treballés una rajola, 9,3 kg/cm² a la compressió i 6,7 kg/cm² a la tracció; i suposant que treballessin les dues rajoles però per separat, 4,65 kg/cm² a la compressió i 3,35 kg/cm² a la tracció.
12. Bergós publicà aquests resultats a: BERGÓS, J.: *Materiales y elementos de construcción. Estudio experimental*. Editorial Bosch, Barcelona 1953. Sota el títol "Orientaciones de Terradas" a les pp. 260-261 i 263, tot indicant que Terradas les hi proporcionà, però sense fer cap esment de l'encàrrec de Puig i Cadafalch. Bergós utilitza la paraula "flambaje" tal i com Terradas solia usar "flambatge" per a denominar el pandeig.
13. Hem corregit lleugerament l'ortografia, de vegades vacil·lant, de Terradas.
14. *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*. Hijos de J. Espasa editores. Barcelona 1921. Al volum 45, la veu "placa", pp. 197 a 241.
15. Veure Goday nota 17; Bergós, notes 12 i 19; i Bassegoda, nota 18.
16. TERRADAS, E.: *De la estabilidad geométrica en estructuras elásticas*. Talleres Voluntad, Madrid 1926 (pp., 152 i següents).
17. GODAY, J.: *Estudi històric i mètodes de càlcul de les voltes de maó de pla*. Acadèmia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi. Barcelona 1934.
18. BASSEGODA MUSTÉ, B.: *La bóveda catalana*. Discurso de entrada a la Real Academia de Ciencias y Artes. Talleres Bas (Igualada). Barcelona 1947.
Existeix una altra publicació del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento) editada a Madrid [s.d.], amb el nom de *Bóvedas Tabicadas*.
La mateixa conferència es troba inclosa al llibre: *Algunos Ensayos sobre Técnica Edificatoria*. Universitat Politècnica de Barcelona, Barcelona 1974.
19. BERGÓS, J.: *Tabicados huecos*. Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares. Barcelona 1965, pp. 17-18 i 19 (en les pàgines anteriors parla dels precedents de la volta de maó de pla).
20. *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*. Hijos de J. Espasa editores. Barcelona [1914]. Al volum 19, veu "elasticitat" pp. 461 a 478. L'autor del text és E. Terradas.

LA MISSIÓ D'ESTEVE TERRADAS ALS ESTATS UNITS: 1944-1945

per

THOMAS F. GLICK

El 21 d'octubre de 1944, Esteve Terradas sortí de Madrid cap als Estats Units, amb la finalitat d'assistir al Congrés Internacional de l'Aviació Civil, com a president de la delegació espanyola. També s'ocupà durant aquesta estada d'uns afers privats i oficials relacionats amb plantes d'electricitat, l'INTA, l'empresa Calvo Sotelo de l'INI i, potser l'aspecte més interessant de tots, amb les possibilitats d'enviar joves espanyols als Estats Units per a estudiar enginyeria aeronàutica. Reservo la major part del meu comentari per a aquesta darrera qüestió, ja que els documents revelen una perspectiva molt interessant sobre l'educació tècnica a l'Espanya de la postguerra i, així mateix, l'interès que Terradas tingué en l'assumpte.

La missió de Terradas durà més de mig any i, quan tornà a Madrid el 30 de juliol de 1945, havia cobert, segons el seu propi càlcul, un total de 5.924 quilòmetres, 14.894 milles terrestres, més 13.837 milles marítimes.¹ El seu itinerari fou llarg i complicat. Fins al 18 de gener, dividí el seu temps entre Nova York, Washington i Chicago (on tingué lloc el congrés de l'aviació civil); en aquesta data començà el seu primer viatge a Pennsylvania, un centre de la indústria del carbó, acabant a Rochester, Nova York, el 22. Llavors, entre el 3 i el 9 de febrer, féu un altre viatge —en tren i cotxe— a Pittsburg i Harrisburg i tot l'entorn de les valls de Schuylkill i Susquehanna, o sigui, un dels centres industrialitzats aleshores més importants del país, seu d'un complex d'indústries interrelacionades (ferro, acer, carbó). Més avall parlaré de la finalitat d'aquest viatge, però cal comentar la tremenda impressió que el paisatge de Pennsylvania va causar-li, com apuntà en un quadern passant per la vall de Schuylkill: "Avall Schuylkill! A tot arreu hi han muntanyes de carbó de totes mides, milles i milles. Carbó 100 peus profund a només pocs llocs [indicant que, als altres llocs, les muntanyes eren encara més altes]."

Al final de febrer estigué a Nova Inglaterra, particularment a Boston, on parlà amb catedràtics d'enginyeria a Harvard i al M.I.T. El mes següent va anar una altra vegada a Pittsburg i a Chicago, continuant la seva trajectòria transcontinental fins que arribà a Los Angeles el 29 de març. Llavors tornà a l'est, on semblà passar la major part d'abril a Nova York i Washington. El 15 de maig pujà al tren per anar a Nova Orleans, on trobà un vaixell que el portaria a Bilbao.

La documentació del viatge, conservada a l'Arxiu Terradas de l'Institut d'Estudis Catalans, és molt llarga, però es pot dividir en tres apartats: 1) documentació oficial, lletres intercanviades amb l'ambaixador d'Espanya Juan Cárdenas, a Washington, i telegrams des de Madrid (de l'INTA), permisos per a viatjar pels Estats Units, itineraris, i —el document més interessant d'aquest grup— una llarga llista dels continguts dels baguls i caixes, que omplí de llibres comprats als Estats Units; 2) lletres intercanviades entre Terradas i empreses comercials o industrials relacionades amb la provisió de maquinària i industrial, i altra correspondència referida a projectes seus i a l'educació dels enginyers espanyols; 3) els quaderns de viatge que Terradas redactà durant la seva estada.² El contingut de les notes és molt interessant, però, a més, la major part són escrites en anglès! És ben conegut el mestratge que tingué Terradas de l'alemany, però aquests quaderns demostren que dominà l'anglès fins al punt de poder pensar en aquest llenguatge. És un anglès correcte, si no massa refinat, i amb bastant interferència ortogràfica procedent del castellà. A més, és clar, Terradas parlava (i no sols escrivia, com ho demostren les cartes) anglès amb fluïdesa (com ho demostren els protocols de converses senceres) i també, en certa ocasió, va poder adaptar el seu estil pedagògic a aquell llenguatge.³

La missió de Terradas, ja ho he dit, fou multiforme. En gran part, relacionada amb un llarg treball començat l'any 1943 que explicà, el mateix any, en una carta dirigida a Julio Rey Pastor a l'Argentina: "En el Instituto Nacional de Industria me ocupo en la instalación de fábricas de Electricidad aprovechando los residuos, los barros, las escorias y los carbones de más ingrato beneficio. Probablemente instalaremos una fábrica en Ponferrada de 5.000 KW junto a un embalse. A ésta seguirán otras si no hay interrupciones y podemos adelantar los trabajos, lo que es de suponer."⁴ Un cop a Chicago, el novembre de 1944, reitera a Rey Pastor que "en España tengo mucho trabajo. Me ocupo también de la Central Térmica de Ponferrada (combustión de antracitas)."⁵

És clar que el moment històric en el qual tingué lloc l'estada de Terradas als Estats Units fou singular. La segona guerra mundial estava a prop d'acabar-se. Les relacions entre els Estats Units i Espanya havien continuat sense interrupció des del final de la guerra civil i la ruptura encara estava en el futur. (L'expulsió d'Espanya del Congrés de l'Aviació Civil no tingué lloc fins al maig de 1947 en una reunió celebrada a Montreal, també amb

l'assistència de Terradas.) Segons els quaderns de viatge i el to de les cartes intercanviades amb empresaris, l'actitud dels americans no era gens hostil. Les companyies semblaven desitjoses de fer contractes i vendre maquinària a l'Espanya de Franco. Malgrat això, Terradas indicà, en una altra carta a Rey Pastor (escrita a Washington el desembre de 1944), la seva inquietud:

"Estaré en Estados Unidos dos o tres meses. Espero que me alcance aquí el fin de la guerra. Entretanto pueden pasar muchas cosas que determinen mi orientación con independencia de las cosas de nuestra Patria. Tengo aquí mucho trabajo y difícil porque la atención está concentrada en la guerra y la política y las pequeñas adquisiciones que podemos hacer de maquinaria interesan poco. La maquinaria que interesa adquirir son calderas y hogares para las antracitas de Ponferrada. Se ha construido una sociedad de cuyo consejo soy presidente. Pero todo está por empezar."⁶

Els quaderns de viatge, sobretot les pàgines referents al carbó de Pennsylvania, són plens de notes referents a les possibilitats de diversos tipus de carbó. S'interessà, en relació amb el cas de Ponferrada, per la possibilitat d'utilitzar antracita polvoritzada, que li semblava ideal per a plantes petites, de 6.000 KW, segons li informava un Sr. Vincent Riggio, el 18 de gener. I la planta de Ponferrada només havia d'ésser de 5.000. En una altra conversa amb Riggio, el 25, anota: "Eficiència. Carbó polvoritzat, donada l'eficiència de cada dia, uniformement alta." L'1 de febrer tingué una llarga discussió amb uns directors de la General Electric, juntament amb un representant de Kellogg (una empresa de mineria). Terradas, en aquest cas, actuà en tant que professor, com anotà: "Jo vaig explicar durant dues hores i mitja tot el que coneixia sobre "Calvo Sotelo" a la pissarra. Amb guix i números. Tothom va prendre *apuntes*."⁷ Després de la seva presentació, tingué lloc una discussió general de les plantes de Terol (on el riu donava una situació favorable i havia de cremar lignita) i Puentes. En el cas de la planta de Puertollano, anotà: "Passàvem molt de temps [parlant] del carbó a cremar. Dono l'anàlisi de la primera mostra i calories."

Un altre tema del viatge fou la provisió d'instruments per a investigació i assaigs d'aeronàutica i disseny de motors, destinats a Torrejón. Explica en una carta a un vice-president de la General Electric, H.B. Pierce, el 12 de febrer de 1945, que el laboratori per a provar les màquines consistiria en un llarg edifici amb quatre túnels de vent, i un altre per a assaigs fins a 4.000 HP, amb condicions atmosfèriques corresponents a altituds de 50.000 peus. A més, hi hauria molts laboratoris per a combustibles, assaigs de materials, ràdio i comunicació, etc. Hi havia dos problemes: primer, la provisió d'instruments i, segon, l'aprenentatge de tècnics per a utilitzar-los. Sembla que la General Electric fou la font de diversos instruments destinats a Torrejón, per exemple, tres dinamòmetres llistats en un pressupost del 18 d'abril de 1945.

Amb referència als tècnics, va dirigir una carta, el 25 de gener, al dirigent de la Civil Aeronautics Authority, Theodore P. Wright, demanant permís perquè "tres joves enginyers espanyols, entesos en coneixement teòric de vibracions, termodinàmica, propagació de moviment en gasos calents... etc., estarien molt contents si se'ls permetés treballar entre americans en el camp d'estudi de la tecnologia d'aeroplans. Si aquest permís fos garantit, ells millorarien el seu anglès per a estar immediatament en posició de treballar en el laboratori d'estudi de màquines, ajudant i treballant, com és natural, en els camps científics de matemàtiques, física i biologia en laboratoris adequats de diferents universitats." Precisa que treballarien als laboratoris d'investigació de Pratt i Whitney, de Toledo, Ohio, de Wright Airfield (laboratori de recerca de l'exèrcit de l'aire, a Dayton), i al de la NACA (National Advisory Committee on Aeronautics), a Cleveland. S'hi estarien dos anys, amb les despeses pagades pel govern espanyol. En una memòria sense data, amb el títol "Relating to Aeronautics" [sobre l'aeronàutica], precisa l'objectiu que els becaris "reprendran a Espanya el treball començat als Estats Units, treballant sota les idees generals d'investigació estudiades a Amèrica, per a contribuir al coneixement general." Si tingués èxit a col·locar tres enginyers en el camp dels motors, n'enviaria tres més al d'aerodinàmica, anotant que el nivell de coneixement de tals becaris seria el dels volums 2, 3 i 4 de l'*Aerodinàmica* de Durand, i que un dels tres podria treballar amb algun científic distingit, i assenyala, com a exemple, Theodor von Kármán. Els altres dos treballarien més en un nivell pràctic, amb els instruments. Aleshores, intentava connectar amb alguns centres d'ensenyança tècnica per a col·locar-hi els becaris. El 14 de febrer, escriu una carta al gerent d'enginyeria de Pratt i Whitney, Aircraft Division, d'Hartford, a la divisió d'assaigs de motors de la NACA, al commandant de Wright Field, Dayton, i a Edward S. Taylor, catedràtic d'aeromotors, del M.I.T., repetint el propòsit i apuntant que "Les nostres persones estarien contentes d'estar en contacte i aplicar el coneixement dels enginyers més brillants i entesos dels Estats Units, atès que una tal cooperació estaria garantida quan acabi la guerra. Una direcció similar ha estat donada en el camp de la física. El nostre Sr. Catalán, per exemple, treballà uns mesos amb Mr. Fowler a Anglaterra amb bons resultats en espectroscòpia, i reprengué més tard el seu treball a Espanya, on una escola d'espectroscòpia encara investiga". És força interessant i significatiu que, per a Terradas, hi havia una continuïtat entre l'empresa científica espanyola d'abans de la guerra civil i la de després (a diferència de la línia oficial del Consejo Superior que atacà, en general, l'orientació científica de la Junta para Ampliación de Estudios i altres institucions identificades amb la República), i ho féu sense prendre nota d'unes condicions de treball força diferents. No menys interessant és que Terradas assenyalsés l'estada de Catalán amb Fowler (com a becari de la Junta el curs 1920-21) i no la connexió, molt més important, entre Catalán i Sommerfeld; lògicament vo-

lia assenyalar la connexió entre la ciència espanyola i l'anglesa, i no l'alemanya!

El 20 de febrer, Terradas es trobava a Cambridge, on s'entrevistà amb el professor Taylor, al M.I.T. El protocol de la conversa és prou complet i constitueix una de les pàgines més interessants dels quaderns de viatge:

"Dimarts, 20 de febrer 1945
M.I.T., Cambridge
Prf. E.S. Taylor

Ell em va dir allí que a Cambridge no hi ha res a fer per a tenir regularment estudiants a l'escola graduada. Tampoc per a estudiants que hi viatgin per fer recerca científica. Em va aconsellar no fer res fins que la situació política s'aclareixi. (Realment la situació política és molt embolicada amb la repartició del món entre els tres grans poders i sense deixar res per als altres, deixant la Xina i França fora i ometent el Caire, Etiòpia i Aràbia).

Jo li he dit que Espanya necessita ajuda i persones, persones intel·ligents que necessiten anar a fora per a conèixer millor el món i el progrés.

Que nosaltres necessitem estar en contacte amb els homes d'avantguarda. Que els EE.UU. seran la nació de l'avantguarda i que això té també uns deures. Tothom que treballa vol conèixer i ser dirigit pels millors cervells. Això és una necessitat per a l'estímul.

Li he dit el que s'ha fet a Espanya per a [John Singer] Sargent, el pintor. Tothom ha fet el millor per a aconseguir la satisfacció del gran pintor d'Estat Units.

Jo recordo el que els americans han fet en el passat, anant a Europa.

A ell li sembla que tinc raó i assenteix i fa l'esforç d'entendre el meu punt de vista. Ell m'entén bé.

Em va donar un treball sobre els electrons. Vam començar a parlar sobre equacions diferencials no lineals. Li he parlat de Kriloff... i el que em va passar a París.

Vam començar a fer-nos amics i li he preguntat si em permetria de referir-me a la nostra xerrada quan hagués de parlar amb algú sobre l'afer. Ell va assentir.

Em va dir que havia triat parlar amb Mr. Humaker. Li vaig dir que havia trobat Mr. Humaker a Cambridge, Anglaterra, l'any 1935 i que m'agradaria veure'l, però reconec que ell està molt ocupat i a més li vaig demanar al Sr. Taylor que li ho expliqués tot.

Com a resultat pràctic, al final de la xerrada, s'ha arribat a la conclusió:

1. Quan la guerra s'acabi jo escriuré una lletra al Sr. Dr. Carl T. Compton, President del M.I.T., enviant-li el mateix contingut de la carta que li vaig enviar, referint-me a la nostra xerrada.

2. Com que el treball de recerca necessita diners, [assenyala el treball de Taylor, sembla, obtenint diners de la NACA i de Wright]; es necessiten diners.

3. Suggerixo que podria fer-se el següent. Les tres persones que vindrien d'Espanya estarien 3 o 4 mesos al M.I.T. seguint dues hores de classe quatre dies a la setmana per posar-se al corrent amb els elements de laboratori i la literatura general, i el coneixement dels recursos de la terra, abans que fossin po-

sats en diferents laboratoris especialitzats: Wright, Pratt i Whitney, Cleveland, Curtiss Wright, Hamilton, etc.

4. Les despeses de material i les d'aprenentatge de les persones seran pagades per Espanya. El mateix pot ésser donat el segon any pel que fa a l'aerodinàmica. El mateix el tercer any, per a materials i accessoris, etc.

5. Sobre això seria convenient parlar amb Mr. Cárdenas, Mr. Hayes i Mr. Koch.

6. Ja tenim persones de països de Sud-amèrica aprenent a la nostra escola. No necessitem estudis graduats."

El març, continua elaborant el seu projecte en una carta a Carlton Hayes, catedràtic d'història de la Universitat de Colúmbia i ex-ambaixador dels Estats Units al govern franquista. "Els Estats Units—comença—són, naturalment, la nació d'avantguarda del nostre temps i per això les petites nacions estan desitjoses de tenir el benefici de ser aconsellades en els nous camins de recerca i de descoberta. Sense dubte, vostè comprèn el gran esforç i els diners gastats a Espanya per a construir laboratoris moderns per a provar motors aeronàutics, aeroplans en túnels de vent i en vol, materials i ràdios. Un gran nombre d'instruments seran comprats als Estats Units, la qual cosa implicarà una important despesa de diners. A més, sento que podria ésser considerablement beneficiós si existís als Estats Units un comitè permanent amb el propòsit de tenir en compte el treball preliminar i recomanar enginyers aeronàutics joves, potser tres l'any, que podrien començar el treball estant un semestre a Massachusetts o a Califòrnia—la instrucció i el treball de laboratori seran pagats per l'Institut Nacional de Tècniques Aeronàuticas—i es podrien especialitzar en anglès tècnic i es familiaritzarien amb els vostres mètodes. Després de sis mesos de preparació, podrien continuar el treball en la recerca durant dos anys més, amb la idea de tenir els seus resultats publicats en revistes especialitzades als Estats Units. Això seria l'equivalent a rebre el títol i seria suficient per a permetre's de reprendre el treball començat ací, als nostres laboratoris d'Espanya". En la seva resposta, Hayes afirma que el projecte de Terradas li semblava "força important" i li recomanava que parlés amb el degà Finch de l'Escola d'Enginyeria de la seva universitat.⁸

El professor Taylor (que encara viu) em contà que recordava la visita de Terradas, però que no li interessava el projecte perquè havia de dedicar-hi massa temps i energia. És interessant comentar que, en efecte, els contactes entre l'aeronàutica americana i espanyola ben aviat esdevingueren enfortits, però per altres camins que pels recomanats per Terradas en aquest període, en el moment en què von Kármán (també invitat per Terradas) començà les seves conferències a Espanya. El fracàs del projecte d'enviar becaris als Estats Units estimulà l'estratègia contrària, la d'invitar els professors estrangers a Espanya.

Els aeroports també interessaren Terradas. El novembre de 1944, des de Chicago, intercanvià cartes amb el batlle de Nova York, Fiorello La Guardia (que havia conegut en algun moment anterior). El batlle l'invità a visitar tant l'aeroport municipal (ara anomenat "La Guardia Airport") com el nou aeroport internacional, a Idlewild (ara el "Kennedy"), aleshores en construcció. En la seva resposta, Terradas afegí que també volia visitar les plantes municipals (d'electricitat, se suposa).⁹ Aparentment, l'interès de Terradas pels aeroports no es relacionava amb Espanya, sinó amb un projecte de nou aeroport civil per a Buenos Aires, segons indica una carta que rebé el gener de 1945 de Kenneth McKim, oficial de la International Telephone and Telegraph Corporation a l'Argentina. Informa que el govern havia decidit de construir solament un aeroport comercial per als avions terrestres i no per acomodar també els avions marítims, com havia previst Terradas.¹⁰

Quan tornà a Espanya, Terradas portà unes caixes de llibres, de les quals hi ha un inventari de cinc pàgines, preparat, evidentment, per a la duana.¹¹ La llista inclou deu títols de matemàtiques, vint-i-quatre de física matemàtica, i seixanta-quatre d'enginyeria, entre molts d'altres de contingut més divers: una *Vida d'Abraham Lincoln*, tres llibres (almenys) sobre els arbres de Califòrnia, *Moments amb Déu*, edicions varies de la Bíblia, una gramàtica anglesa en francès, una antologia de poesia russa, les històries dels Estats Units de Charles Beard i Allan Nevins, i moltes revistes tècniques.

En aquesta breu presentació, he volgut donar una petita idea de les activitats múltiples portades a terme per Terradas durant la seva visita als Estats Units el 1944-45. Els quaderns i cartes donen una altra mostra tant de l'amplitud dels interessos tècnics de Terradas, com de la seva energia, i formen un capítol desconegut de l'intent de reconstruir la comunitat tècnica d'Espanya després de la guerra civil.

NOTES

1. Declaració feta per Terradas a Madrid, el 23 de juliol de 1945. Tots els manuscrits citats ací provenen del Fons Terradas de l'Institut d'Estudis Catalans.
2. Una descripció curta del Fons Terradas es troba a Antoni Roca, "La llegada de la 'gran ciencia' a España. Las aportaciones de Esteban Terradas e Illa (1883-1950)", *Mundo Científico*, 4 (1984), 912.
3. Entre els quaderns que Terradas omplí durant la seva estada als Estats Units, n'hi ha amb còpies de poemes en anglès (d'Elizabeth Barrett Browning, Kipling, etc.), i alguns altres de la marca "Lefax", molt populars entre els enginyers nord-americans, o plens de llistes de paraules angleses agafades de diccionaris.
4. Terradas a Rey Pastor, [Madrid], maig del 1943, dins: Eduardo L. Ortiz, Antoni Roca i José M. Sánchez Ron, "A ambos lados del Atlántico: Esteban Terradas y Argentina (Correspondencia, 1941-1948)", *Dynamis*, en premsa, Carta XIV [borrador]. El 4 del mateix mes (Carta XVII), escriu a Julio Castiñeiras a Buenos Aires: "Me ocupo en el laboratorio de ensayos aerodinámicos que bien valdrá algunos centenares de millones de pesetas, en la

- creación de centrales térmicas aprovechando carbones de escaso rendimiento y en multitud de tareas académicas y privadas.”
5. Terradas a Rey Pastor, Chicago, 8 de novembre del 1944, *ibid.*, Carta XXI.
 6. Terradas a Rey Pastor, Washington, D.C., 18 de desembre de 1944, *ibid.*, Carta XXIX. Malgrat això, hi ha documentació que indica tant que Terradas havia fet una bona impressió als americans, com que aquests tenien bona voluntat envers Espanya. Cf., per exemple, una lletra de T.A. Dyke, de la Combustion Engineering Company, de Nova York, a Terradas, del 19 de juny de 1946: “All of your friends who have visited us from Spain have told us about your unceasing energy and accomplishments... The project at Ponferrada is a monument to your foresight and ability and, as I understand it, is the most successful enterprise that has been sponsored by the [Spanish] government. I know that all credit is due to you and we are very proud to be supplying a small part of the equipment—the boilers.”
 7. “*Apuntes*” (a l’original en castellà).
 8. Terradas a Hayes, 15 de març del 1945; Hayes a Terradas, 24 d’abril.
 9. La Guardia a Terradas, 18 de novembre de 1944; Terradas a La Guardia, 22 de novembre.
 10. McKim a Terradas, 5 de gener de 1945. El pla que Terradas féu per a l’aeroport terrestre i marítim de Buenos Aires és reproduït per Roca, “La llegada de la ‘gran ciencia’ a España,” p. 913.
 11. “Contents of the Trunks and Bags,” sense data.

EL DEBATE ACERCA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA INGENIERÍA: APORTACIONES DE E. TERRADAS

per

GUILLERMO LUSA MONFORTE

1. LAS MATEMÁTICAS COMO PRETEXTO

Es evidente el interés que presenta, para un profesor de un Departamento de Matemáticas de una Escuela de Ingenieros Industriales, el estudio de las características con que esta materia ha sido impartida, cuál ha sido en cada momento el contenido de los programas, qué textos se han utilizado, con qué ojos eran vistos los profesores de matemáticas por sus compañeros de otras asignaturas, etc.

Pero además de este interés predominantemente “interno”, el asunto de las matemáticas en la Ingeniería constituye un indicador, un elemento de referencia a tener en cuenta a la hora de analizar política, ideológica y profesionalmente las relaciones ciencia-tecnología-educación-sociedad, en un momento dado, y su evolución a lo largo de los tiempos.

Parece definitivamente establecido que España se convierte plenamente en un país industrializado en la década de los sesenta del siglo XX.¹ Lo reciente de esta fecha y lo remoto de los primeros pasos en la industrialización del país han incitado a estudiosos de diversos campos a investigar profusamente las raíces de este proceso, interrogándose acerca de las razones de su no linealidad, de su penoso zigzag. Esto implica necesariamente acercarse a la historia (política, económica, científico-técnica..., “total”) de Catalunya, ya que es aquí donde arraigó en primer lugar el proceso industrializador.

Un grupo profesional que ha desempeñado un importante papel en esta historia es el constituido por los Ingenieros Industriales, técnicos que asumieron tanto la tarea de dirigir y mantener las industrias, como la de consolidar unas nuevas relaciones de producción y unos nuevos valores ideológicos: los de la sociedad industrial.²

La carrera de Ingeniería Industrial se crea en 1850 con el objeto de proporcionar al país unos técnicos que “apliquen la ciencia a la industria”, que “potencien la teoría y la ciencia frente a la ciega rutina y el vano empirismo”.³ Pero simultáneamente se espera de estos profesionales que, a pesar de su elevada capacidad teórica, mantengan el contacto con la técnica y la industria, “evitando lucubraciones estériles”.

Aparece así planteada una “dialéctica primitiva” cuyos elementos antitéticos tiran en direcciones opuestas en el momento de establecer el carácter y los contenidos de la enseñanza de la Ingeniería. Y aquí es donde la Matemática juega un papel decisivo, ya que el “cienticismo” y el “teoricismo” de un plan docente vienen indefectiblemente medidos por la cantidad y calidad de las Matemáticas que contiene, más que por el grado de matematización de las restantes disciplinas.

Para el estudio de la evolución de las controversias sobre el carácter de las matemáticas en la Ingeniería establecí en anteriores trabajos una periodización esquemática que permite describir brevemente los rasgos esenciales de las fases de este proceso:

1^{er} período: 1850-1902

a) Influencia predominante de las Escuelas Técnicas francesas (École Centrale des Arts et Manufactures y École Polytechnique): los *resultados* de la ciencia *se aplican* a la industria.

b) Interconexión de los estudios de Ingeniería con los de la Facultad de Ciencias: algunas asignaturas de la carrera de ingeniero (p.e. las matemáticas) deben o pueden ser cursadas en la Facultad.

c) La enseñanza de las Matemáticas está frecuentemente en manos de matemáticos, o de ingenieros que son simultáneamente matemáticos (Prezas, Clariana, Echegaray, Torroja, ...).

d) Inestabilidad de los programas. Pluralidad de libros de texto, mayoritariamente franceses.

2^o período: 1902-1957

a) Influencia de las Escuelas Técnicas alemanas: las enseñanzas para ingenieros requieren una teoría autónoma fuertemente cargada de técnica y de práctica.

b) Separación clara entre las Escuelas de Ingenieros y las Facultades de Ciencias. Existen unas específicas “Matemáticas del Ingeniero”, cualitativamente distintas de las Matemáticas a secas: la matemática es, para el ingeniero, una herramienta de trabajo, por lo que su enseñanza debe limitarse a lo indispensable.

c) Los programas de Matemáticas están muy consolidados y evolucionan muy lentamente. Se tiende hacia el libro de texto único, que frecuentemente son “los apuntes del profesor”.

d) Una parte importante del bagaje matemático de la carrera debe adquirirla el alumno por su cuenta antes de someterse a la prueba de Ingreso en la Escuela de Ingenieros. El resto se cursa en el interior de la Escuela, estando su enseñanza a cargo de profesores ingenieros que habitualmente simultanean la docencia con el ejercicio de la profesión.

e) Las matemáticas hacen el “trabajo sucio” de selección en el Ingreso a la Escuela. La enseñanza de las Matemáticas se transforma en el adiestramiento para resolver unos problemas cada vez más retorcidos y casuísticos.

3^{er} período: desde 1957

a) Aproximación de las Escuelas Técnicas a la Universidad. Creación de las Universidades Politécnicas. Aparición de la figura del Doctorado en las Escuelas Técnicas Superiores.

b) Profesionalización de la enseñanza, especialmente en las disciplinas básicas.

c) Aumento espectacular del número de Escuelas Técnicas Superiores, dispersas por toda la geografía española, lo cual implica, entre otras cosas, la necesidad de reclutar mayoritariamente los profesores de Matemáticas en las Facultades de Ciencias.

d) Como consecuencia de todo lo anterior, las cátedras de Matemáticas de las Escuelas de Ingenieros van empezando a parecerse a los Departamentos Universitarios en que se complementan la docencia y la investigación.

2. ALGUNAS OPINIONES DE E. TERRADAS SOBRE LA ENSEÑANZA Y LA INVESTIGACIÓN

E. Terradas (1883-1950)⁴ desarrolla su obra durante ese 2º período en que hemos dividido la historia de las Escuelas de Ingenieros, pero ni sus ideas ni sus trabajos son representativos de los del profesor o técnico “normales” en ese tiempo en nuestro país.

Es indudable que la mejor manera de conocer los puntos de vista de Terradas sobre la investigación o sobre la enseñanza de la técnica, en sus diferentes niveles, es estudiar sus trabajos concretos en el marco de la ciencia y la técnica de su época, y analizar las características de los centros educativos que él contribuyó a crear, y en los que participó como organizador y profesor: la Universidad Industrial, el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicada, la Escuela Superior de Aerotécnica, el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica...

No existen, o no hemos sabido encontrarlos, trabajos específicos en los que Terradas exponga su declaración de principios acerca de estos puntos, así como del más concreto relativo al papel de las Matemáticas en la formación del Ingeniero. Es, pues, preciso extraer sus opiniones y declaraciones del contenido de alguna de sus obras. Examinaremos algunas de ellas.

2.1. Correspondencia Terradas-Levi-Civita

Gracias al trabajo de A. Roca y T.F. Glick⁵ se conocen las cartas enviadas por E. Terradas a T. Levi-Civita entre 1920 y 1922, con ocasión de la visita efectuada a nuestro país por el matemático italiano en 1921.

En la carta del 22 de marzo de 1922, Terradas se ve a sí mismo como un sembrador, como un predicador de la nueva ciencia, que cada vez más necesita de la matemática:

“Comme il est dommage que chez nous l'intérêt pour la mathématique soit si peu développé! Je fais tout ce que je puis pour l'éveiller, non pas que je ne reconnaisse pas l'insuffisance de mon cerveau, mais pareil à celui qui se ferait un devoir, parmi des gens peu doués pour la musique, de leur faire comprendre les merveilles raffinées d'un Brahms, je m'efforce de jeter la semence pour qu'un avenir pas trop lointain se paiera de la floraison.

Venus au monde dans une époque où l'esprit est enclin à de grandes synthèses, où l'on chercherait en vain dans d'autres champs d'activité mentale la jouissance de l'esprit qu'on prélève de la mathématique et de la physique, comment ne pas chercher à saisir un écho des admirables harmonies qui se forgent dans vos cerveaux? C'est pour cela que, presque à la déroboe, mais toujours avec la ferveur de l'enthousiasme, je m'efforce de prêcher la parole des maîtres et je tâche de l'écouter de ses lèvres directement.”

Esta imagen de sembrador será frecuentemente utilizada por Terradas: volveremos a encontrarla en el discurso académico de 1933. De hecho es una imagen que fue (muy probablemente) lanzada por Gino Loria en 1915 y que fue repetida por un buen número de científicos españoles de la época (Rey Pastor, Plans...).

2.2. El discurso inaugural del curso 1930-31

En septiembre de 1930 Terradas pronuncia el discurso que abre el curso académico 1930-31 en la Universidad de Madrid: “Integrales de Fourier-Stieltjes. (Examen de estudios recientes)”. Diseminadas a lo largo de la completa exposición sobre el tema que da título al discurso, aparecen frecuentes reflexiones y declaraciones de principios en torno al asunto que nos ocupa.

En el párrafo IV del discurso impreso (págs. 14 a 18) Terradas alude a la conferencia “Sobre el método de cálculo de Heaviside”, pronunciada por

él unos meses antes en la Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación. Señala Terradas la necesaria complementación entre el “génio universitario” (personificado, en este caso, por Maxwell) y el “genio empírico” (encarnado aquí por Heaviside), advirtiendo del peligro de la “inducción atrevida” que, olvidando las condiciones particulares de validez, conduce frecuentemente a resultados no aceptables. Corresponde a los matemáticos, dice Terradas, esclarecer rigurosamente la aplicabilidad del nuevo método, efectuando así fructíferamente la síntesis de ambos tipos de “genio”.⁶

El parágrafo concluye con la exhortación dirigida por Terradas a los “Ingenieros dotados de espíritu universitario”, animándolos a estudiar los trabajos recientes sobre la teoría de las series de Fourier, las integrales de Fourier y Laplace y los desarrollos asintóticos, ya que al desconocer estas materias “se exponen a mal andar lo andado por otros y a pretender el descubrimiento de una parcela que fue reconocida en unión de sus vecindades hasta límites insospechados y alejadísimos.”

El parágrafo XII (págs. 38 a 42) contiene algunas de las ideas fundamentales de Terradas acerca de la nueva época que alborea. La “cultura superior universitaria”, representada por Fourier, está desembocando, ya desde mediados del siglo XIX, en “una cultura nueva, material y especializada”, cuyo “elemento característico es la cooperación de varios individuos en la consecución de un fin. (...)”. Esa colaboración entraña la división del trabajo, la especialización y concreción de la tarea, la Técnica dignifica la vida (...).

¿Es “el espíritu de la Técnica” diferente del “espíritu universitario”? se pregunta Terradas. Algunos así lo han creído –se responde Terradas, aludiendo sin duda a los “practicistas” dominantes– y se han propuesto oponerlos, ridiculizando el viejo espíritu de cultura universal, pretendiendo que excluye el “espíritu práctico” que, “como la zorra de la fábula, declara verde la uva sabrosa de la Teoría, inútil el razonamiento sintético, locura la investigación hasta en aquello de que va a servirse la generación futura para enriquecerse o levantar el pedestal de toda influencia.”

No hay tal oposición, declara Terradas, ilustrándolo con una imagen muy del gusto de la época: “A la manera como no difieren entre sí las aguas de los ríos que tienen sus orígenes en la misma divisoria, aunque corran luego a mares distintos. Su origen meteorológico es el mismo, aunque sus trabajos y condiciones difieren a medida que se alejan de los manantiales. El espíritu universitario es comparable a la condensación del vapor en la nube o en el ventisquero. Se forma en las alturas y de ella desciende el agua fecunda que es la Técnica. No habría Técnica sin espíritu universitario. (...). El Técnico (...) es persona que debe necesariamente estar dotada de espíritu universitario; merced a él investiga, gracias a él su inteligencia se esfuerza en la resolución de un problema, y su ataque y su método son aislados y ponen a

contribución conocimientos universales, para él “There is no mathematical weapon that an engineer may not learn to use’.”

El párrafo termina con unas disquisiciones de Terradas en torno a las diferencias e interrelaciones de dos categorías de personas a las que él califica de “artífices”, o de “artistas”:

“Al modo como un ejército contribuye a la victoria, una legión de obreros a la construcción de una obra de arquitectura o de ingeniería, y en una fábrica el trabajo de hombres y mujeres a la obtención de productos varios, los técnicos trabajan según normas de Electricidad o de Mecánica o de fuerzas de Afinidad entre diversas sustancias y elaboran planos y proyectos o arrancan virutas, o arrollan carretes o vigilan el desarrollo de cartones y el vaivén de lanzaderas y las densas llamas multicolores en hornos que funden los metales. Cuando así trabajan, según normas establecidas y medidas concertadas, son los *hombres técnicos, artesanos, artífices*. Pero cuando descubren el arranque de electrones, sus oscilaciones junto a una rejilla metálica, y calculan por vez primera sus masas y obtienen sus velocidades; cuando se hallan métodos sumatorios que permiten dar un valor al algoritmo de cálculo a sucesiones numéricas tengan o no valor de aplicación física (vg. al cálculo de placas de hormigón), cuando se ocupan de los números y sus leyes, y de toda clase de armonías, los hombres están poseídos del espíritu universitario, son artistas.

No hay oposición, antes al contrario. No hay artífice sin artista. Aquél es la popularización de éste, el elemento de propagación, la vía, la onda de influencia. Por el artífice el artista se democratiza y llega a las masas y domina”.

Es fácil observar que “el Ingeniero dotado de espíritu universitario”, especie que ya ha aparecido en párrafos anteriores y que Terradas encarna paradigmáticamente, es un ejemplo privilegiado del tipo “artista”, que se caracteriza, entre otras cosas, por estar dotado de las cualidades de “precisión, claridad y síntesis”, que le hacen apto para descollar tanto en el campo de la abstracción como en el de las aplicaciones. Por el contrario, “la especialización es siempre elemental y debe ser patrimonio del artífice.”

2.3. *El discurso de recepción en la Academia de Ciencias de Madrid (1933)*

El discurso de Terradas, titulado “Programa de un curso sobre ecuaciones diferenciales”, es mucho más que “una breve relación de métodos, horizontes y problemas” relativos a las Ecuaciones Diferenciales: se trata de un estudio histórico profundo que abarca desde la invención del Cálculo infinitesimal en el siglo XVII hasta los resultados más recientes en el momento. (Así hay, por ejemplo, referencias al famoso “Methoden der Mathematischen Physik” de Courant, que es de 1931, y a numerosos trabajos publicados en 1932 por primeras figuras como Bochner, Veblen, V. Neumann, etc.)

Espigando a lo largo de las 150 páginas del discurso pueden encontrarse algunas declaraciones de Terradas en la línea del discurso de 1930. Así, en la

página 50 reaparece el tópico del sembrador: “Sería de desear que las conferencias del egregio profesor Volterra, a quien se debe lo más y mejor del cálculo funcional, pronunciadas en Madrid en 1925, fueran objeto de especial estudio y conocimiento entre españoles para que pueda esperarse algún fruto de la semilla lanzada en el campo, ¡ay!, casi en barbecho, de nuestra cultura matemática.”

El binomio “artesano-artista” vuelve a aparecer más adelante (página 102), en unos párrafos en los que Terradas describe las características fundamentales del investigador matemático:

“En Matemática es necesario presentar lo que se ignora, casi descubrir, con el resultado, el modo de obtenerlo. Poseer, innato, el método, para recorrer casi instantáneamente, intuitivamente, el proceso. Cuando no se posee esa intuición, se puede pretender poco más que la esperanza de que el fomento de la curiosidad, la admiración y el entusiasmo hagan fructificar en lo futuro flora tan extraordinaria en nuestro campo. Por ello es preciso interesar los mejores cerebros, fomentar el estímulo y hasta los honores, valorizar el esfuerzo y el mérito, trabajar de consuno, todos con nuestro esfuerzo y potencia; del círculo de artesanos que formemos surgirá el artista, surgirá espontáneo, como el escultor en los lugares donde se elaboran estatuas, como el pintor donde hay artífices decoradores, como el poeta donde se ensalza el culto a la palabra, expresión humana del afecto y de la idea”.

Páginas más adelante (pág. 144) Terradas justifica la inclusión en su Programa de unos capítulos dedicados a la “Matemática de aplicación”.

“Dada la necesidad que del conocimiento de la Matemática de aplicación tienen físicos, economistas, ingenieros, etc. y la convicción de ser precisamente la Matemática que más han de necesitar en la práctica y que, por lo tanto, conviene mucho contribuir a su divulgación y desarrollo, me ha parecido indispensable insistir en ese tema. Es de esperar que el manejo de los métodos numéricos y del cálculo gráfico y mecánico se extienda cada día más entre nosotros, que hemos tenido la fortuna de contar con un Torres Quevedo, cuyo nombre perdurará en la historia de los métodos mecánicos de resolución algebraica de ecuaciones, y que con tanto elogio es mencionado en multitud de obras extranjeras.”

Casi al final del discurso (páginas 147 a 149) se aborda el problema del enorme crecimiento de la producción matemática. Terradas declara que “el estudio de las vías del saber y caminos de investigación que van abriéndose en el campo de la Ciencia Matemática, me han llevado a adquirir cierto conocimiento del plan general de comunicaciones”, única manera de evitar que “la extensión reduzca la profundidad”; “la contemplación de la enorme cantidad de revistas, textos, conferencias, cursos, coloquios, laboratorios y teorías” le hace preguntarse a Terradas si no habría en todo ello “un aparato monstruoso de formalismo, en desproporción inadecuada para la investigación de nuevos conceptos”. Este “exceso de producción matemática, acaso sostenido alguna vez por móviles económicos” tiene, afortunadamente, remedio ya que “la Ciencia consiste también en reconocer las analogías de he-

chos y conceptos fundiéndolos en una unidad superior, que, a veces, y por serlo, resulta de mayor claridad y sencillez.

Esta unidad —concluye Terradas— exige nuevos conceptos, los descubre ella misma en su fuerza de síntesis; me atrevo a decir que los crea.”

La respuesta de J. Rey Pastor, en nombre de la Academia, al discurso de Terradas, está fuertemente cargada de “coyunturalidad” (planea constantemente el “affaire” de las recientes oposiciones a la Cátedra de Ecuaciones Diferenciales), pero contiene unos párrafos muy interesantes donde se discuten las dos diferentes vías para sacar a España de su atraso científico, incorporándola a las naciones cultas. Estas dos vías están encarnadas precisamente por Terradas y Rey Pastor:

“Refiriéndonos muy particularmente a los estudios físico-matemáticos, ¿qué orientación convendría seguir, compatible con la modestia de nuestra economía? Dos rumbos cardinales se ofrecen a nuestra perspectiva, y en este punto de encrucijada asoma nuestra amistosa discrepancia con el querido compañero.

¿Debemos consagrar todos nuestros esfuerzos a la previa tarea de asimilar la Matemática y la Física enteras y a difundirlas mediante cursos y conferencias, dilatando así nuestro escaso patrimonio hasta dominar todo el actual imperio físico-matemático antes de pensar en extenderlo?

¿Será preciso, por el contrario, renunciar a esta grandiosa aspiración y conformarnos modestamente con preparar reducidos equipos de estudiosos que a marchas forzadas por estrechas sendas y despreocupados del resto del paisaje alcancen siquiera algunos puntos fronterizos con la terra incógnita, y hasta logren hacer en ella incursiones y pequeñas conquistas?

Es el primer rumbo el elegido por mi admirado compañero de viaje [Terradas], como cuadra a sus extraordinarias aptitudes y a su insaciable sed de sabiduría. La segunda orientación, la única que consienten mis escasas fuerzas, ha sido la ensayada en tierras lejanas, por no consentirlo aquí, según dicen, nuestra rígida y arcaica legislación.

He aquí, frente a frente, dos concepciones de la ciencia y de la vida.

La primera es un amor platónico y contemplativo, con arrebatos de éxtasis y rayano en el misticismo, la otra es el amor prolífico que nos impele con interior ímpetu irresistible, con verdadero apetito carnal, aun a sabiendas de que serán raquíticos los seres engendrados, a perpetuarnos en la ciencia. De un lado está el gran señor, que se complace en mostrar a los visitantes las estancias de sus castillos y los inmensos feudos conquistados por antepasados, remotos en el tiempo y lejanos en el espacio; posesiones tan valiosas y tan extensas, que el conocerlas exige incansable actividad; y esfuerzos muy duros el conservarlas decorosamente.

Al otro lado el modesto artesano que a costa de sacrificios heroicos construye con sus propias manos humilísima casita en el menguado solar a que alcanzan sus recursos.”

2.4. Una entrevista periodística (Argentina, 1927)

En un recorte de diario (pendiente de identificación) existente en el “Fondo Terradas” del Institut d’Estudis Catalans aparece, debajo del titular “España ha realizado grandes progresos en las Ciencias Físicas”, una entrevista realizada a Terradas. Reproducimos los párrafos relativos a la organización de las enseñanzas técnicas:

“En España se hallan desglosados los estudios de Ciencias Físicas y Naturales, que constituyen una facultad independiente, y los de Ingeniería. Estos últimos han sido organizados según el plan francés. Siguiéron estos estudios al principio el plan politécnico; después éste fue abandonado y ahora tenemos en España escuelas especiales que corresponden exactamente a sus modelos de Ponts et Chaussées (que es la nuestra de Caminos, Canales y Puertos), des Arts et Manufactures, de Forestiers, du Génie Naval, Génie Civil y Génie Militaire, a los que agregamos los estudios de la Artillería, equivalente a curso de ingenieros.

Tan idénticas son las escuelas españolas y francesas de ingenieros, que entre las de análoga especialidad se ha establecido un estrecho compañerismo que rebasa las fronteras y que casi se convierte en espíritu de cuerpo.

El saber científico y el profesionalismo

Se me ocurre que esta subdivisión sea quizás, en parte, errónea. La enseñanza de los pormenores, de la rutina, debe confiarse a las escuelas de tipo elemental; en las escuelas de índole superior debe impartirse una enseñanza más bien enciclopédica. A estas últimas instituciones deben ir los cerebros privilegiados; los que han de resultar una gloria para su país; y ¿a qué recargar su instrucción de enseñanzas detalladas y rutinarias si su inteligencia privilegiada les hará dominar, en cuestión de horas, casi a simple vista, los problemas de ejecución que la realidad les suscite, quitándoles en cambio extensión e intensidad a sus estudios verdaderamente intelectuales? Un verdadero técnico superior debe abarcar la generalidad de las cosas; su misión es sobre todo directriz, es decir coordinadora; debe estar por encima de la subdivisión de las especialidades; dotado para las grandes concepciones, para las grandes ideas, no debe esterilizarse en las pequeñeces, sentirse restringido por una limitación excesiva de su jurisdicción docente o profesional.

En cambio, yo fundé en Barcelona una escuela de estudios técnicos en grado elemental que ha desarrollado una misión muy útil. Ocurría en España que las sociedades extranjeras, en general, traían a los técnicos de los países respectivos; examinados, resultaban muy deficientes los conocimientos de estos peritos importados, pero en cambio, sabían manejar admirablemente bien la parte mecánica, material de su trabajo: el utillaje. En la Escuela que fundé se impartió enseñanza práctica a los alumnos, llegándose a substituir en breves años casi todo el personal extranjero por personal español. Y ahí sí cupo subdivisión, no en cinco o seis especialidades, sino en cuarenta o cincuenta. No se crea que se trataba sólo de una escuela práctica. Se tendía, ante todo, a enseñar

a los alumnos la rutina especial de su vocación, pero impartiendo la instrucción a fondo; a esto se agregaba la enseñanza superior y teórica necesaria, picando algunas veces muy alto. Los alumnos, al ser diplomados en esa escuela, tendrían los cerebros ágiles y disciplinados; la erudición técnica necesaria; los indispensables conocimientos generales; pero también, y eso es muy importante, las manos callosas.

Eso es lo que entiendo por escuela elemental, y ahí caben como digo numerosas subdivisiones; mientras más, mejor. En cambio, deben crearse centros de altos estudios técnicos, seleccionarse con un escrúpulo feroz el ingreso de aspirantes, y luego impartirles una enseñanza amplia, desprovista de rutinas innecesarias y matizada, en cambio, de un elevado programa de humanidades."

2.5. Un homenaje de los estudiantes argentinos (1927)

Otro recorte de un diario⁷ que se encuentra en el mencionado fondo monográfico del Institut d'Estudis Catalans recoge el homenaje rendido a Terradas por los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la capital argentina.

Terradas menciona este acontecimiento (especialmente el contenido del parlamento del dirigente estudiantil) en numerosas ocasiones, tanto en discursos y escritos públicos como en su correspondencia privada, lo cual hace suponer que Terradas se reconoce en el fiel retrato que el líder estudiantil hace de sus ideas y de su proyecto científico.

He aquí el artículo completo:

"LA VISITA DEL INGENIERO ESPAÑOL ESTEBAN TERRADAS

Los estudiantes de ingeniería le ofrecieron anoche una comida en la Asociación C. de Jóvenes.

Demostración llena de cálido afecto fue la realizada anoche por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en honor del Ingeniero español Esteban Terradas. El local de la Asociación Cristiana de Jóvenes, donde se sirvió la comida, reunió a numerosos alumnos de aquella casa de estudios y a un número de profesores universitarios.

En el momento oportuno, el presidente del Centro Estudiantes de Ingeniería, señor Jorge Christensen, ofreció la demostración al Dr. Terradas, de cuya actuación en esta capital hemos dado cuenta oportunamente.

Discurso del presidente del Centro Estudiantes de Ingeniería: Doctor Terradas: Es esta la segunda vez que el Centro Estudiantes de Ingeniería ha creído oportuno invitar a los alumnos de la Facultad a concretar en un homenaje colectivo un sentimiento de admiración y respeto latente en cada uno, homenaje que nos toca ofrecer con esta sencilla cuanto sincera demostración.

Fue en el año 1924 cuando con motivo de la visita de un sabio entre los sabios, Einstein, nos reunimos para presentarle el tributo de la admiración que palpitaba en todos hacia la personalidad vigorosa y alentadora del eminente físico. Hoy es más nuestro aún el depositario de este homenaje; más nuestro por sus actividades y también por su sangre, como enviado de la madre patria que sentimos vibrar tan profundamente nuestra en cada pedazo de su tierra y en cada uno de sus hijos.

Señores profesores: Compañeros: Hondos son el alcance y el significado de esta demostración, pese a su sencillez exterior, pues la visita del doctor Terradas nos brinda una valiosa oportunidad para efectuar una definición precisa de ideales y aspiraciones. Y al agradecer a la Asociación Cultural Española sus gestiones, tan felizmente coronadas por el éxito, nos congratulamos íntimamente de que los resultados efectivos de esa visita no se hayan limitado a las enseñanzas que impartiera en el curso del ciclo de conferencias que dicta aún en nuestra casa, sino que obrando en cierto modo catalíticamente, por su solo acto de presencia, haya planteado una vez más el viejo problema sobre las mejores orientaciones de la enseñanza de la ingeniería.

Pues el doctor Terradas, matemático eminente y físico ilustre, al unir al hombre de ciencia el hombre de acción, y con su actuación múltiple y fecunda en los campos más diversos de la ingeniería, sintetiza el mejor argumento contra tendencias retrógradas que debemos combatir con todas nuestras energías, y es al mismo tiempo la mejor demostración de lo que puede el proteísmo de una cultura general vastísima unida a conocimientos especializados con amplitud de miras.

En efecto, el pujante ingeniero que conocíamos a través de sus obras y que conocemos ahora como profesor y como maestro, es con su actuación y personalidad mismas, la prueba evidente de la mayor eficiencia final de los conocimientos científicos generales y de rendimiento sólo mediato, sobre el casillero enciclopédico, recetario de detalles y soluciones empíricas, que parece ser el ideal de algunos practicones y pseudoingenieros. Constituye asimismo la réplica más terminante para los que reniegan del ilustre origen de nuestra casa de estudios, que naciendo de una Facultad de Matemáticas proporcionará a matemáticos que supieron ser ingenieros; pero de donde nunca sería posible obtener ingenieros de hombres recetarios a los que se administrara, sólo descripciones de detalles, o soluciones locales; aún con aparentes fines inmediatos.

Es también muy útil recordar el ejemplo del Dr. Terradas a los que abogan por una especialización decididamente prematura de nuestros estudios y que sólo podría ser hija de una aplicación parcial de conocimientos generales; y es un poderoso auxilio para los que no pretenden medir desproporciones entre el objeto perseguido y los medios para conseguirlo: para los que no sienten la necesidad imperiosa del nexo inmediato entre el estudio y la aplicación directa. Su dualidad de actividades y sus frutos deben ser para nosotros la prueba concluyente de la necesidad de afrontar estudios amplios y generales para evitar esas soluciones frías, hijas de criterios estrechos y desvinculados de su medio: que obtenidas con medios pseudotécnicos al prescindir del ambiente, olvidan todo lo que, por ser ajeno al problema mismo, constituye en realidad su razón de ser.

Cultura general amplia, como marco de conocimientos especializados, de objetivos técnicos, no necesariamente inmediatos: este es el "substratum" de la mejor organización de los estudios por que debemos abogar. Y esas aspiraciones nuestras hallan realización concreta en las enseñanzas que con su obra y vida activa nos proporciona el ingeniero Terradas.

Maestro: tal el espíritu íntimo de este homenaje: os pedimos que nos permitáis erigir vuestra obra y vuestro ejemplo en nuestra bandera de combate.

Acallados los aplausos con que fueron acogidas las últimas palabras del señor Christensen, se puso de pie para agradecer la demostración el distinguido profesor español. Con palabra elocuente señaló las satisfacciones que le ha producido su visita al país, en el cual ha encontrado buenos maestros y estudiantes de positivas condiciones. Su improvisación fue largamente aplaudida. Luego, a pedido de los presentes, hicieron uso de la palabra el doctor Julio Rey Pastor y los ingenieros Enrique Butty, Guillermo Céspedes y Julio R. Castiñeyra, quienes tuvieron palabras de elogio para la actuación del doctor Terradas."

3. TERRADAS Y LAS MATEMÁTICAS. ESQUEMA DE TRABAJO

Está por hacer un estudio completo que comprenda tanto las aportaciones originales de Terradas a las Matemáticas como el análisis de la utilización que hace de las mismas en sus trabajos científicos y técnicos.

Este estudio, que dejamos para futura ocasión, podría realizarse según el siguiente esquema:

a) Cursos ordinarios de Matemáticas impartidos en la Universidad: Ecuaciones Diferenciales (Facultad de Ciencias de Madrid, 1928-1932); Estadística Matemática (id. id., 1935-1936), etc.⁸

b) Cursos extraordinarios de Matemáticas: Funciones elípticas (Universidad de Zaragoza, 1906-07); Ecuaciones Integrales (Universidad de Barcelona, 1909); Estadística Matemática (Facultad de Derecho de Madrid, 1933-34); Probabilidad en cadena, Principio ergódico (Universidad de Verano de Santander, 1934); Equacions Diferencials Lineals Ordinàries i el problema de Riemann, Càlcul de Probabilitats (Institut d'Estudis Catalans, 1934); Processos estocàstics de cadena (id. id., 1935),...

c) Cursos ordinarios de Física impartidos en la Universidad: Mecánica Racional (Facultad de Ciencias de Zaragoza, 1906); Acústica y Óptica (Facultad de Ciencias de Barcelona desde 1907); Electricidad y Magnetismo (id. id., acumulada a la anterior); Física Matemática (Universidad de Madrid, desde 1941); Mecánica Racional (Escuela de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid, 1941), etc.

d) Cursos ordinarios de asignaturas tecnológicas: Automovilismo (Escuela Elemental de Trabajo de la Universidad Industrial de Barcelona, 1914).

e) Monografías técnico-científicas (algunas de ellas correspondientes a cursos y conferencias), de entre las cuales destacamos: Conferencias sobre corrientes alternas (Universidad de Barcelona, 1908), Sur le mouvement d'un fil (International Congress of Mathematicians, Cambridge 1912); Estabilidad de Estructuras (Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, 1926); Sobre el método de cálculo de Heaviside (Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación, 1930), etc.

f) Proyectos de Ingeniería: Red Telefónica de Catalunya (1916), Red de Ferrocarriles Secundarios de Catalunya (1918); Metropolitano transversal de Barcelona (1923); Red Telefónica Española (1927); Estudios hidrográficos (Argentina, 1940); Aeropuerto de la Plata (1940-41); Central Térmica de Ponferrada (1944).

g) Artículos en la Enciclopedia Espasa.⁹ El profesor Antoni Roca, que atribuye a Terradas la redacción de más de cien artículos (ver apéndice), ha señalado que algunos de ellos fueron redactados casi inmediatamente después de que Terradas dictase algún curso monográfico, lo cual explica satisfactoriamente dos hechos: la no existencia de publicación del curso o conferencia, por un lado, y la extensión, profundidad y elevado grado de elaboración del artículo de la Enciclopedia, por otro. A estudiar especialmente los artículos específicamente de matemáticas.

4. ¿INFLUENCIA DE TERRADAS SOBRE LOS INGENIEROS? ANTÍTESIS CASTELLS-TERRADAS

Existen numerosos testimonios que prueban que Terradas fue enormemente admirado por sus contemporáneos, admiración que, por supuesto, embargaba también a sus colegas ingenieros industriales.¹⁰

Terradas era visto como un genio fuera de serie al que es natural admirar... pero al que es muy difícil imitar o seguir. De este modo sus opiniones sobre enseñanza e investigación eran contempladas y analizadas a la luz relativizadora de su personalidad excepcional e irreplicable: el ingeniero común ("el artífice", diríamos...) no podía sacar provecho de sus pautas, sólo válidas tal vez para "talentos inmensurables" como el suyo. En resumen, Terradas fue muy admirado, poco escuchado y mucho menos imitado.

En lo que se refiere al debate sobre las matemáticas en la Ingeniería, y más en concreto en la Ingeniería Industrial de Catalunya, la época estuvo ideológicamente hegemonizada por Paulino Castells, profesor de Análisis Matemático en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona entre 1905 y 1952.

Castells –merecedor de un trabajo monográfico que algún día habrá que hacer– expone sus ideas acerca de las Matemáticas para ingenieros en

múltiples ocasiones, de entre las cuales merece la pena destacar las siguientes:

– “La representación gráfica en la enseñanza de la Matemática”, Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (València, 1910).

El autor comienza señalando la conveniencia de las representaciones gráficas, por su alto valor didáctico. Tras hacer una exposición gráfica de los teoremas de Descartes y de Sturm (verdaderos platos fuertes de la Teoría de Ecuaciones en los programas de la época), Castells llega a dos grandes conclusiones: 1) que la tendencia a elevar el nivel de los estudios matemáticos desde sus comienzos es perjudicial para la enseñanza y 2) que en los estudios de preparación para las Escuelas Especiales debe concederse más importancia al claro concepto de los principios y a la práctica de aplicarlos convenientemente, que al grado de rigor y generalidad en los temas abordados y en las demostraciones. Castells llega incluso a sugerir la sustitución de la demostración por una interpretación gráfica.

– “La preparación Matemática en la Carrera de Ingeniero”, Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (1932).

El autor distribuye el trabajo en tres partes: 1) Extensión y carácter que ha de darse a la base matemática del Ingeniero, 2) Dónde debe adquirirse esa base (en la Escuela o antes de ingresar en ella) y 3) Pruebas de aptitud más adecuadas para seleccionar a los alumnos durante el período de Ingreso. Tras atribuir al ingeniero el papel de enlace entre la ciencia pura y la industria, el autor entra de lleno en la primera parte al determinar el doble fin que debe tener la base matemática de la Carrera: proporcionar al alumno los materiales científicos que sirven de base a la profesión y modular en ellos la facultad de observación, la simplicidad de los métodos y otras cualidades que ha de reunir el ingeniero. A continuación Castells hace un poco de historia de las fluctuaciones experimentadas por la opinión mayoritaria sobre este problema, empezando por el exagerado carácter matemático de la Escuela Politécnica de París, siguiendo por el movimiento de reacción antimatemática encabezado por Perry y finalizando por lo que parecía ser el comienzo de un cambio de oscilación en el péndulo fomentado, entre otros, por los industriales alemanes que solicitaron a las Escuelas Técnicas germanas, hacia 1912, la creación de ingenieros capaces de algo más que aplicar un simple recetario. El autor termina el apartado confiando en que técnicos y matemáticos sienten de nuevo las bases de una profunda y estable colaboración.

Por lo que respecta al lugar donde el futuro ingeniero debe efectuar su preparación matemática, Castells se muestra partidario de que las matemáticas fundamentales se enseñen en las Escuelas Técnicas y las impartan precisamente ingenieros, para tener la garantía de que se expongan con el carác-

ter más apropiado. Tras contemplar la posibilidad de creación de Escuelas Politécnicas “del tipo francés” (como la desaparecida Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos) el autor reitera que “lo fundamental, a nuestro juicio, es que una parte tan esencial de los estudios como es la base científica de la Carrera, tenga centros apropiados donde cursarse y que sean las verdaderas necesidades de la técnica las que regulen la índole y extensión de dichos estudios.”

– “Aportación al estudio gráfico de la teoría de ecuaciones”, Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (1940).

Tras proceder al estudio gráfico de las ecuaciones de tercer y cuarto grado, el autor dedica unos párrafos a consideraciones generales de tipo científico-didáctico en las que destaca que la interpretación gráfica de un problema en estudio es siempre un complemento útil y a veces algo indispensable para los que se dedican a esa labor.

Castells pasa seguidamente a clasificar a los que orientan los estudios matemáticos en dos grandes tipos: los analistas y los intuitivos. Los primeros (a los que el autor califica de “esclavos de la lógica”) rehusan aceptar elementos que no se desprendan de las definiciones o de los axiomas de partida, por lo que el más leve contacto con la realidad no sólo no les interesa sino que incluso les estorba. Los intuitivos o geómetras no se remontan tan alto como los anteriores, ni definen los conceptos con tanto rigor como ellos, pero llegan a resultados que prácticamente no difieren de los de aquellos. El auxilio de los sentidos y de la imaginación conduce a los intuitivos a imágenes y representaciones materiales claras y simplificadas de indudables ventajas pedagógicas, ya que (siempre según Castells) la mayoría de los estudiantes es más receptiva a la representación intuitiva que a la abstracción.

Estas breves reseñas ponen de manifiesto que Castells es claramente representativo de las ideas dominantes, durante la época que hemos calificado de 2º período, acerca del carácter de las Matemáticas en la Ingeniería. Es evidente que estas ideas son muy diferentes de las que tenía Terradas sobre el asunto, según hemos podido ver. Habrá que esperar al 3º período, el de reencuentro de las Escuelas Técnicas con la Universidad, para que se den algunas de las condiciones mínimas en que puede sobrevivir “el ingeniero dotado de espíritu universitario” que propugnaba Terradas.

Terminamos con un breve comentario:

La antítesis Castells-Terradas que hemos formulado es algo más que un esquema ideológico ficticio: la colisión existió realmente, materializándose en el discurso de ingreso de Castells en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona en 1913. No vamos a entrar hoy en el análisis exhaustivo del discurso, titulado “Las representaciones mecánicas de los fenómenos eléc-

tricos". Nos conformamos con señalar que el académico encargado de responder, el propio Terradas, desmonta en tres páginas (eso sí, con muy buenas formas, y elogiando las intenciones del nuevo académico) la vana pretensión de Castells, ya que está probada "la imposibilidad de encajar la Electricidad en los moldes sobrado estrechos de la Mecánica clásica", y que a pesar de las ventajas didácticas que pueda reportar, este empeño conduce frecuentemente a "absurdos" y "disparates".

NOTAS

1. Véase J. Nadal: *El fracaso de la revolución industrial en España*, Barcelona, Ariel, 1975; M. Izard: *Industrialización y obrerismo*, Barcelona, Ariel, 1973; M. Izard: *Manufactureros, industriales y revolucionarios*, Barcelona, Grijalbo, 1979.
2. Acerca del papel político-ideológico jugado por los ingenieros industriales en la segunda mitad del siglo XIX, véase R. Garrabou: *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia*, Barcelona, L'Avenç, 1982.
3. He analizado las circunstancias de la creación de la carrera y la evolución de los programas de matemáticas en otros trabajos: *Las Matemáticas y la Ingeniería Industrial 1850-1975*, tesis doctoral, Barcelona, 1975; *Evolución histórica de la enseñanza de las Matemáticas en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales*, publicada por la E.T.S.I.I. de Vigo, 1982; *Las Matemáticas de la Ingeniería: la obra de Rey Pastor*, Simposio sobre Julio Rey Pastor, Logroño, 1983. En lo que sigue resumiré brevemente algunas ideas contenidas en esos trabajos, de modo que la presente ponencia resulte lo más "autónoma" posible de aquéllos.
4. Para conocer la trayectoria de E. Terradas y analizar su contribución al progreso científico-técnico de nuestro país véanse los trabajos de Antoni Roca Rosell: "Esteve Terradas en la renovación de la comunitat científica catalana", (*Ciència*), vol. 3, maig 1983; *Esteve Terradas i el desenvolupament de la comunitat científica espanyola del segle XX*, comunicación presentada al Simposio sobre Julio Rey Pastor, Logroño, 1983; "La física a Barcelona en el primer terç del segle XX", (*Ciència*), vol. 4, gener-febrer 1984; "La llegada de la 'gran ciencia' a España. Las aportaciones de Esteve Terradas Illa (1883-1950)", *Mundo Científico*, n° 39, setiembre 1984.
5. A. Roca y T.F. Glick: "Esteve Terradas (1883-1950) i Tullio Levi-Civita (1873-1941): una correspondència", *Dynamis*, vol. 2, Universidad de Granada, 1982.
6. "Sobre el método de cálculo de Heaviside". Conferencia pronunciada en la Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación el día 28 de Mayo de 1930. Publicado en la *Revista Matemática Hispano-Americana*, nos. 7-8, Madrid, 1930.
7. Pendiente asimismo de identificación, la página del recorte está encabezada por la inscripción "Año LVIII - Núm. 20.956".
8. Véase el apéndice contenido en este volumen.
9. Los archivos de la Enciclopedia Espasa no contienen documento alguno que permita identificar con precisión a los redactores de los artículos sin firma. En el fondo Terradas de l'Institut d'Estudis Catalans existen algunas colecciones de separatas de artículos de dicha Enciclopedia, lo cual permite asegurar en esos casos la autoría de Terradas.
10. P. Puig Adam: "En memoria de D. Esteban Terradas", *Dyna*, 1950.

LOS ULTIMOS AÑOS DE ESTEBAN TERRADAS

per

LEONARDO VILLENA

1. ANTECEDENTES

El legado humano que la Física española encontró como herencia, al iniciarse la década de los años cuarenta, contaba con una serie de profesores universitarios e investigadores con prestigio internacional ya logrado (cabría añadir otros que lo alcanzarían posteriormente) que podemos clasificar en tres generaciones:

En la primera estaban dos figuras que tenían un gran prestigio internacional: Blas Cabrera y Esteban Terradas, nacidos en 1878 y 1883, respectivamente, ambos licenciados en ciencias físico-matemáticas (Cabrera en 1898 y Terradas en 1904), doctores en física y en matemáticas (Cabrera en 1901 y Terradas en 1905), y catedráticos de la Facultad de Ciencias (Terradas en 1906 y Cabrera en 1907). Eran, sin embargo, de un talante bien diferente: Terradas gran conocedor de idiomas, con una curiosidad sin límites y con una enorme capacidad de asimilación, era universalista, interesado por todo y llegando a dominar cualquier campo, profundo cultivador de las matemáticas modernas pero aplicándolas a la Ciencia y a la Técnica hasta en sus menores detalles, avaro de saber, empujando a sus oyentes a leer y profundizar en los últimos logros teóricos y experimentales pero sin el talante tranquilo y pausado requerido en la investigación experimental. Y quizás por todo ello, muy discutido y de cambiantes ocupaciones. Cabrera, en cambio, era ante todo un gran investigador y gustaba de su laboratorio recoleto y específico, dedicándose a profundizar en una dirección constante y gozando del aprecio científico de todos. Ambos estaban fuera de España, aunque Terradas regresaría en 1941.

La segunda generación la componían dos físicos, Palacios y Duperier,

alumnos de los anteriores, a los que es de justicia añadir un químico, Catalán, de evolución coetánea y tenido por Físico en todos los ambientes científicos. Julio Palacios nace en 1891, Miguel Catalán en 1894 y Arturo Duperrier en 1896. Se licenciaron, respectivamente, en 1911, 1914 y 1918. A partir de aquí Palacios se adelanta en el doctorado y en la cátedra, obtenida ya en 1916, mientras que los otros dos solo serían catedráticos en los años treinta. Palacios se había dado a conocer por sus investigaciones en Rayos X, Catalán por el descubrimiento en 1922 y en Londres de los multiplétes y Duperrier por sus trabajos sobre radiación cósmica también en Londres. De ellos el único que estaba en España era Palacios.

Finalmente una tercera generación estaría formada, al menos, por Salvador Velayos, nacido en 1908, discípulo de Cabrera y Catedrático en 1936 y Luis Brú, nacido en 1909, discípulo de Palacios y catedrático en 1935. Ambos estaban en España pero no gozaban del aprecio político de las autoridades del momento, aún cuando llegarían a jugar un papel muy importante en la Facultad de Físicas de Madrid, impulsando tanto la enseñanza como la investigación universitaria.

En resumen el único Físico con renombre internacional y aceptado por el Gobierno era Julio Palacios, que se hizo cargo de la dirección del Laboratorio Nacional de Física y Química (pronto fue rebajado a vicedirector de física), fue nombrado vice-rector y condujo el Instituto de España como vicepresidente, al estar permanentemente ausente su presidente Manuel Falla. Fue Palacios quien, en 1940, hizo una visita de propaganda cultural a Argentina y Uruguay y pidió a los ilustres catedráticos, Rey Pastor y Terradas, que se incorporaran a la Universidad de Madrid. Esta gestión fue apoyada por el general Vigón que, durante su estancia en Buenos Aires, los había conocido y necesitaba, como se verá, a Terradas en Madrid.

En 1944 Palacios firmó un manifiesto en favor de D. Juan de Borbón como rey de todos los españoles e, inmediatamente, fue destituido y confinado en Almansa.¹ Regresó a Madrid al año siguiente y como no se encontrara a gusto aceptó una invitación del gobierno portugués, estableciéndose en Lisboa, con visitas más o menos largas a Madrid, hasta su jubilación en 1961.

Así pues, a partir de 1944, la sola figura de renombre internacional de que disponía el gobierno era Terradas. Más adelante, en 1950, Catalán regresaría definitivamente a España, llamado por Otero, quien le montó unas buenas instalaciones, pero sus actividades no pasaron de la universidad y, sobre todo, del Instituto de Óptica, debido a no ser políticamente adicto. Su prematura muerte, en 1957, le impidió estar disponible en una situación cambiante. Aún después, en 1953, regresó Duperrier, en este caso a la Universidad de Madrid, desgraciadamente sin que nadie le ayudara eficazmente. Ni siquiera pudo terminar, antes de morir en 1959, la instalación, del

equipo que se había traído a su regreso de Londres. Así las cosas Terradas siguió siendo la única figura histórica en física, si bien fue surgiendo otro ingeniero, con entrenamiento en física, José María Otero, que alcanzó paulatinamente renombre científico internacional y demostró tener también una buena capacidad de síntesis, orientación e impulsión.² Otero colaboró con Terradas dentro del C.S.I.C. y en otros campos y fue sustituyéndole en la impulsión de la investigación en el campo de la física, consiguiendo todo lo que Terradas soñó y su prematura muerte le impidió contemplar.

2. TERRADAS, EL PROFESOR

Yo conocí a D. Esteban al iniciarse el curso 1941-42, y sólo debo hablar de mis recuerdos de esta convivencia ya que no he estudiado sus etapas anteriores. Creo además que el Terradas con el que conviví era bien distinto del que actuó en la España de los años veinte y treinta, quizás porque su estancia en La Plata le centró en la física (en su más amplio sentido) y en la cátedra.

Ya en Madrid en la asignatura de Física Matemática de doctorado éramos dos alumnos y la clase era casi un coloquio. Terradas venía lleno de modismos americanos que no quería utilizar, por lo que, frecuentemente, nos preguntaba que palabra castiza podía emplear. Su forma de llevar la asignatura era muy apropiada para un doctorando ya que no seguía libro alguno sino los últimos artículos aparecidos aquí y allá, amasados con su universal conocimiento de las matemáticas y de la física. Era pues necesario dominar idiomas y no sólo el mal francés o italiano que habíamos aprendido con los textos de mecánica de Appell o de Cisotti, sino inglés y alemán. Maruja Egües y yo aprendimos con este último con gran satisfacción de D. Esteban. Nos contaba que su primera visita, cuando llegaba a Berlín, París o Londres, era a un buen teatro para volver a coger la pronunciación correcta. Pero también nos impulsaba a dominar los métodos matemáticos. "Sin dominar las matemáticas no se puede entender la física moderna", decía. Y se quejaba de que los profesores que explicaban las distintas ramas de la física no tenían, en general, vocación matemática, que él consideraba indispensable para entender y explicar esta disciplina (Terradas resultaba incómodo para sus colegas).

En cursos sucesivos y como se corriera la voz de la altura y singularidad de sus lecciones, empezaron a asistir, además de los doctorandos, universitarios e ingenieros con lo que perdimos el carácter coloquial, aunque las lecciones fueron ganando en altura de exposición y modernidad de los temas. Pero si a Terradas le gustaba explicar, cuando de verdad gozaba era en la preparación de sus lecciones o conferencias, leyendo a la vez artículos de investigación y nuevos libros, consultando otros ya clásicos, yendo de un

lado para otro en la sala oval de su apartamento en un hotel de la Gran Vía, a la vez que comprobaba que sus diversos relojes de sobremesa marcaban todos la hora exacta.

De esa época son sus cursos sobre física de partículas, estabilidad elástica y pandeo, física de materiales sólidos, etc. a la vez que daba cursos sobre mecánica e hidrodinámica en la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos. Siempre ofreciendo algo fresco y nuevo, en parte por hacer, invitando y animando al auditorio a incorporarse, con fe e ilusión, en la tarea, nunca acabada, de proponer nuevos métodos matemáticos y nuevos modelos físicos para abordar la descripción de la maravillosa naturaleza que nos rodeaba. Terradas había tenido la suerte de “vivir” los grandes cambios que la física había experimentado, de entenderlos plenamente y de seguir, día a día, su continua evolución.

Yo trabajaba, por entonces, con Eduardo Torroja en el Laboratorio Central de Ensayos, siendo uno de los métodos a utilizar la fotoelasticidad. A Terradas le parecía estupenda esta dedicación aplicada, en contra de la opinión de Palacios que creía estaba perdiendo el tiempo. Me animó a profundizar en fotoelasticidad, tema que elegí para mi trabajo de fin de carrera, que acabó en un libro, editado por el C.S.I.C. con un magnífico prólogo de D. Esteban, que en sólo cuatro páginas (naturalmente con bibliografía) sitúa al lector, le define el método y le ahorra buena parte del farrago de fórmulas que siguen en el texto. De acuerdo con él fui a Alemania para hacer la parte experimental de una tesis en fotoelasticidad, que apadrinó y explicó tan cabalmente el día de su lectura, que no hizo falta sino decir “Amén”. De allí arrancó su amistad con el profesor Föppl, director del Laboratorio de Fotoelasticidad de la E.T.S. de Munich, quien obtendría el nombramiento de Terradas como miembro correspondiente de la Academia Bávara de Ciencias.

Mientras tanto seguía impulsando el Seminario de Física Matemática en la Facultad de Ciencias. Como ejemplo el programa para el curso 1949-50, el último año académico de su vida, incluía: Pandeo y abolladura de superficies a cargo de él mismo, auxiliado por Hacar, ingeniero de caminos; Transformaciones en Mecánica cuántica por su compañero de estudios el P. Rafael; Comportamiento magnético de la materia por Domínguez, malogrado profesor de dicha facultad; Moderación de neutrones por la Srta. Vigón y Reactores nucleares por Sánchez del Río, ambos de la naciente Junta de Energía Nuclear y, finalmente, Ondas de choque en corrientes gaseosas supersónicas por Millán, ingeniero aeronáutico.

De todas estas lecciones sólo se imprimieron algunas, gracias a las notas e insistencia de los asistentes y a la ayuda material y el interés del INTA y de los ingenieros que allí trabajaban. Terradas me confesó que su “necesidad” de leer le robaba tanto tiempo que no le quedaba bastante para escribir todo

lo que su imaginación forjaba. Tampoco tenía las facilidades de un despacho tranquilo en la universidad. Al contrario, su "suite" era el punto de encuentro de muchas personas interesadas en sus consejos, en sus proyectos y en los cargos que aquellos implicaban. Tampoco creó Escuela, como le ocurriera a otros profesores de su tiempo. La altura de sus explicaciones y la deficiente preparación matemática de quienes les escuchábamos fue una causa. Su interés desbordante por tantos dominios y su universalismo fue otra. Una tercera causa fue la idiosincrasia individualista de los españoles. También, quizás, el hecho de no vivir en familia le quitaba el estímulo, o el ejemplo, de una pequeña comunidad que comparte saberes y en la que los jóvenes esperan la herencia de los viejos.

3. TERRADAS COMO IMPULSOR Y COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN

Aunque no tuviese la vocación por la experimentación, conocía muy bien y valoraba justamente la investigación experimental que, para él, se realizaba tanto en un instituto de investigación, un laboratorio de ensayos o una fábrica. Y esa dedicación especializada, esa concentración en una parcela pequeña y práctica no debe deshumanizar. Escribe: "El técnico que en un laboratorio de una fábrica de turbinas o en la sala de proyectos, examina los fenómenos de cavitación y el choque violento de las masas al cerrarse las bolsas debidas a la fuerza de inercia del agua en movimiento, es un espíritu francamente universitario; el que sigue y analiza según las leyes de la Hidrodinámica la formación de remolinos superficiales con el objeto de perfeccionar la teoría de las turbinas, es persona que debe necesariamente estar dotada de espíritu universitario; merced a él investiga, gracias a él su inteligencia se esfuerza en la resolución de un problema, y su ataque y su método son aislados y ponen a contribución conocimientos universales, para él "There is no mathematical weapon that an engineer may not learn to use". Y es cosa singular y manifiesta que muchos entre aquéllos que yo he conocido, de inteligencia y aptitud ejemplares adaptadas a tales menesteres, no fueron jamás dominados por su problema o por su método, sinó dominantes y de cultura manifiestamente muy extensa, no ya en su especialidad, sino en lenguas y literatura, conocimientos de cultura clásica, de filosofía y aún versados en la música."³

El principal propósito del general Vigón, entonces ministro del Aire, al rogarle que regresara a Madrid fue confiarle la creación del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica. Terradas había sido, desde su creación en 1929, profesor en la Escuela Superior de Aeronáutica (con un lapsus debido a otras ocupaciones). Al marchar por segunda vez a Argentina, en 1936 y por sugerencia de Rey Pastor a la Plata, además de encargarse de la dirección del

observatorio, creó en la universidad la rama de Aerodinámica, manteniéndose al día y cultivando sus amistades entre los cultivadores de esta ciencia. Así tanto en su calidad de especialista en Aeronáutica como por su condición de ingeniero estableció los planes generales y dibujó el proyecto de lo que sería el INTA, para lo que tenía su mesa de dibujo en una pequeña salita contigua a la sala oval en que pasaba parte de su jornada.

Al crearse en 1942 el INTA, tras haber elegido la ubicación y haber dispuesto su repoblación forestal, fue nombrado presidente del Patronato. Recuerdo sus conversaciones con Julio Palacios y con Antonio Mora a quienes encargó estructurar los Departamentos de Física y Química, respectivamente. Terradas aclaraba que no se trataba de una investigación académica, ya que era preciso montar toda una serie de técnicas auxiliares, usadas como ensayo de materiales o investigación aplicada y desarrollo. Mora encajó el encargo y su departamento acogió a numerosos químicos en compañía de otros titulados, pero Palacios, de talante y vocación "purista", requirió la ayuda de Garrido (formado como él en el Instituto "Rockefeller"), dejó pasar el tiempo y, finalmente, renunció al encargo, perdiéndose la oportunidad, que Terradas había considerado, de que un grupo de físicos se ocuparan de la Física Aplicada.

Mientras tanto se había reinsertado en la vida intelectual a través de la Academia de Ciencias, a la que pertenecía desde 1931. Ya en enero de 1942 presenta un tratado sobre corrientes marinas (que él había estudiado en La Plata) y en 1943 pronuncia el discurso inaugural sobre "Corrimiento de estrato fluido". También es llamado a colaborar con el organismo encargado por el gobierno de promover y dirigir la investigación científica, el C.S.I.C., que había incorporado el anterior Laboratorio Nacional de Física y Química, el "Rockefeller", y donde Palacios, por monárquico, no era persona políticamente grata. Será en 1948 cuando el C.S.I.C. comience a utilizar plenamente a Terradas. En febrero es invitado a dar una conferencia en el Patronato Juan de la Cierva sobre Electrónica que constituye la piedra fundacional del instituto del mismo nombre del que Terradas será presidente. Meses más tarde, y acompañado de José María Otero, por el que siente una gran afinidad, asistirá a la Asamblea General de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, celebrada en Amsterdam, consiguiendo que España, aislada diplomáticamente por la mayoría de las naciones, sea admitida como miembro de pleno derecho. Como consecuencia de unas conferencias dictadas en el Instituto de Óptica en abril de dicho año y la subsiguiente conversación entre el profesor Scandone y el general Vigón, jefe del Alto Estado Mayor, se establece un proyecto secreto de investigación atómica que el general Vigón decide ubicar en el mencionado instituto y para cuyo consejo de administración elige como presidente a Terradas. Más tarde, ya en 1949 el C.S.I.C. crea el Consejo Nacional de Física con Terradas como

presidente para “reunir a los institutos de investigación y trabajos físicos,... en el que puedan integrarse... aquellos otros centros que... estimen la conveniencia de dicha vinculación”. Terradas tiene en sus manos todos los organismos ya existentes en el campo de las investigaciones físicas y la posibilidad de crear los nuevos que se precisen. Su enorme conocimiento bibliográfico, su instinto para detectar qué temas llegarán a ser importantes, sus amigos personales en todos los países y en todas las ramas de la ciencia y de la técnica le hacen, además, el árbitro incuestionable. Está muy ocupado con su estudio diario, con sus clases (“que son antes que nada”), con los proyectos de Ingeniería que le solicitan o imponen (p.e. la Central Térmica de Ponferrada). Pero será, sobre todo, su minada salud la que impedirá que D. Esteban, como todos le llamamos, venza los individualismos y las rutinas de los físicos y la falta de apreciación de la sociedad y de la administración por la Ciencia y, armonizando lo ya existente, suprimiendo grupos o institutos “creados a la medida”, concentrando personal y medios en campos posibles y prometedores, haga de España una nación más, subida al tren del progreso científico y de la industria moderna.

Hay en su labor investigadora un capítulo al que dedicó ilusión y empeño, robando horas al sueño y sobreponiéndose a sus piernas doloridas que habrían de causar su anticipada muerte. Me refiero a la terminología científica. Ya he mencionado su meticulosidad en elegir términos correctos y castizos, su estilo sencillo, preciso, fluido y elegante. Cuando en 1944 fue elgido para ocupar la vacante de Rodríguez Marín en la Academia de la Lengua, se dedicó a la ingente tarea de construir un léxico adecuado a la práctica de la tecnología. Él que recitaba de memoria poemas clásicos españoles, me pidió, por haber nacido y vivido en un pueblo manchego, listas de palabras castizas en desuso, que pudiera reincorporar con un nuevo sentido técnico. Lo mismo hacía, con su talante humilde y esperanzado, con todos sus amigos. Fruto de aquella pasión fue el libro (208 páginas de apretado texto) que constituyó su discurso de ingreso en la Real Academia, leído en octubre de 1946. Marañón en la contestación a este discurso dice que “le acredita de extraordinario humanista y competentísimo filólogo”, Terradas termina la introducción con estas palabras: “Tal es mi propósito y mi esperanza: trabajar dignamente, poseído de humilde reverencia y de alentadora ilusión.”⁴

Él, que conocía mis preferencias por la Metrología y la Fortificación medieval me instó a profundizar en su nomenclatura. Su método de trabajo me llevaría por un lado a presidir la Comisión de Símbolos Unidades y Nomenclatura en Física y, por otro, a que me publicaran en Alemania un glosario sobre Arquitectura Militar.

Su fama nacional e internacional aumenta, o mejor se consolida. Sus contactos internacionales serán utilizados en la primavera de 1949 por la Academia de Ciencias que celebra su centenario, consiguiéndose la asisten-

cia de las más brillantes cabezas de la física mundial. El discurso que con este motivo concibió (nunca lo terminó) y que lleva por título "Las Ciencias y las Armas", sorprendió y entusiasmó a los asistentes, españoles y extranjeros, a pesar de recibir sólo una primicia.

4. TERRADAS ¿INGENIERO O FÍSICO MATEMÁTICO?

Es bien sabido que simultaneó sus estudios de ingeniero industrial con los de la licenciatura de ciencias físico-matemáticas, que obtuvo, mediante sendas tesis, los doctorados de física y en matemáticas y que impulsado por un veto administrativo, aprobó todas las asignaturas de ingeniero de caminos en las convocatorias de junio y septiembre del mismo año. También son notorios los importantes proyectos que realizó y los cargos directivos en actividades técnicas para los que fue llamado.

Sólo puedo hablar del Terradas con el que conviví a partir de 1941, cuando yo sentía la necesidad de asentar la profesión del físico y de crear una asociación que nos uniera a todos los que practicábamos esta profesión. Pensaba entonces, y hoy sigo confirmando, que Terradas actuaba como debería hacerlo un físico, sin menospreciar a otras profesiones pero consciente de su papel y su importancia, sabedor que sólo con un talante interdisciplinar pueden abordarse los complicados problemas de la ciencia moderna. Terradas en su discurso de apertura del Curso 1930-31 (que me dio corregido de su puño y letra) dice: "Pero la Técnica crea su espíritu, y ¿difiere acaso del espíritu universitario? Por algunos así se ha creído, y aún al contemplar las extremas convicciones de ambos, se ha pretendido oponerlas, y en la oposición ridiculizar el viejo espíritu de cultura universal, de cultura refinada del bien decir y del pensar profundo, pretendiendo que excluye el espíritu práctico, de vida llana, superficial y aprovechada, del mínimo esfuerzo político y financiero, que como la zorra de la fábula declara verde la uva sabrosa de la teoría, inútil el razonamiento sintético, locura la investigación hasta en aquello de que va a servirse la generación futura para enriquecerse o levantar el pedestal de toda influencia. No hay tal oposición. No habría técnica sin espíritu universitario. La naturaleza no ofrece ni la rueda ni la turbina, pero un Galileo estudiará la acción y reacción, un Huyghens en la soledad de sus estudios analizará las fuerzas centrífugas y Newton, matemático, filósofo, formulará las leyes de la dinámica, merced a las cuales será posible calcular la forma de las paletas. La técnica perfeccionará las álabes y procederá por tanteos y fracasos hasta que la posesión de una herramienta matemática adecuada le permita el exámen de multitud de fenómenos que acontecen en las capas de agua en inmediato contacto con el metal."³

Las grandes responsabilidades y los importantes proyectos en las áreas

de ferrocarriles, telefonía, centrales eléctricas, aeronáutica, etc., le convirtieron en indiscutible autoridad, no sólo en el terreno de la teoría matemática sino también en el de las realizaciones prácticas, en mecánica, en mecánica de fluidos, electrotecnia y, finalmente, electrónica. No era un ingeniero a la manera de los que entonces había en España. Estaba primariamente interesado en las bases científicas de cada dominio tecnológico, cuyas aplicaciones utilizaba. Por eso me decía que él tenía a la vez los defectos del ingeniero y los del físico. Comentando las diferencias entre ambos, afirmó: “Nosotros, los ingenieros, estamos sometidos a otras tentaciones que los físicos. Manejamos muchos millones y a veces, los contratistas nos tientan. Los físicos, en cambio, tienen la gran tentación de la vanidad, pero en definitiva no es ésta sinó la envidia el peor de los pecados; y yo soy más físico que ingeniero.”

Cuando en 1949 conseguimos, finalmente, constituir la Asociación Nacional de Físicos de España, en cuya preparación tanto nos había alentado Terradas, constituimos un consejo asesor compuesto por todos los catedráticos de física. Le pedí que presidiera tal consejo, cosa que tenía bien merecida y él aceptó complacido. Era enemigo del clasismo. Su formación interdisciplinar e internacional no aceptaba más barreras que las del saber y la competencia. Aunque su pasión era la física, entendía que no se la podía separar de la matemática ni de la ingeniería y tenía tiempo para dominarlo todo. Muy acertado es el juicio de su discípulo Palacios en la sesión necrológica de la Academia de Ciencias: “Todo hombre de ciencia lleva forzosamente una vida desequilibrada, y lo normal es que busque el contrapeso en ocupaciones de categoría inferior. Es como quien se ve forzado a trabajar en empinada ladera y, siempre que puede evadirse, desciende al llano. Terradas, excepcional en todo, equilibró su vida por el procedimiento inverso. Su oficio era enseñar física y construir presas, ferrocarriles y redes telefónicas; para dar plenitud a su vivir dedicó su portentosa inteligencia a aprender cuanto de más sublime y elevado han descubierto los sabios de nuestros días. En lugar de bajar al valle, buscó el equilibrio en la altiplanicie. Así se explica que Rey Pastor califique a Terradas de equilibrado, mientras que Eugenio d’Ors lo tenga por extremado. Ambos lo conocían muy bien, y ambos tienen razón: Terradas fue extremado hasta en su equilibrio. Equilibrio de cumbre, no de equidistancias, y tan bien logrado que, habiendo leído el doble de lo suficiente para volver tarumba a cualquier hombre normal, Terradas fue hasta sus postrimerías modelo de mentes sanas. Es difícil decidir cuál de las muchas tareas en que se ocupó Terradas fue la principal y cuáles las accesorias, pues en todas trabajó a fondo, a pesar de ser tantas que, en lugar de enumerarlas, resulta más breve decir que todas le interesaron, con la sola excepción de la química pura, la medicina y la filosofía. Si consideramos como ocupación básica la sometida a horario fijo y a repetición rutina-

ria, habremos de admitir que el primero y más duradero ministerio de Terradas fue el de catedrático de física. Todas sus otras actividades, desde el cálculo de probabilidades hasta la escritura de artículos para la Enciclopedia Espasa fueron (como dice Puig Adam) un milagro de integración de instantes libres.⁵

5. TERRADAS, EL HOMBRE

D. Esteban no parecía tener auténticos amigos con quien hablar de cosas humanas. Vivía, como ya he dicho, solo —su familia estaba en Barcelona— en un hotel de la Gran Vía madrileña y debía preocuparse por sí mismo de una serie de pequeñas necesidades. Recién llegado de la Argentina desconocía la situación en Madrid de las tiendas y servicios. Dado el tono coloquial de nuestras clases era lógico que nos preguntara. Y también lo fue que fuera yo y no Maruja Egües quien se prestara a acompañarle. Así fuí, en aquellos primeros meses, su asistente o su “mozo de espadas”. Salíamos a primeras horas de la tarde, cuando aún no tenía visitas. Otras veces me citaba a última hora, pero entonces había que esperar, normalmente en los sillones del hall del Hotel, por donde pasaban Lafita, Medina, Pérez Marín, Calvo, etc.

Protegido por una bufanda y un sombrero se interesaba por todo y todo le parecía nuevo y estupendo. Tenía una gran afición por los escaparares, sobre todo si eran de libros, objetos artísticos o instrumentos musicales. Hubo en el Teatro de la Zarzuela una corta temporada de ópera y, sabedor de su afición musical, le invité. Fuimos de smoking, “tengo tan pocas oportunidades para usarlo” decía. Las representaciones fueron otras tantas clases para mí, ya que sabía de memoria música y letra y podía advertirme, con un gesto, si la interpretación era correcta. Entonces me narró la famosa velada musical ejecutada por un grupo de profesores españoles, junto con Einstein que, creo recordar, tocaba el violín. Para agradecer mi invitación me regaló unos libros en alemán. No de ciencia, sino de arte, de la entonces insuperable colección “Meisterwerke der Malerei” escrita por Antonio Muñoz e impresa en Leipzig. Era, también, un gran entendido en arte, según me demostró al visitar algunos museos.

Nunca me habló del pasado (¡había tantas cosas que hacer en el presente!), salvo algunas referencias necesarias. Algo de su estancia en Argentina, en contacto frecuente con sus colegas norteamericanos, que, a mi juicio, le centró y le hizo un físico-matemático y no un matemático-físico o un ingeniero teórico, como Rey Pastor lo definiera. Tampoco me habló nunca de política y, realmente, nunca supe donde estaban sus simpatías, aún cuando tenía ese talante liberal propio de tantos otros profesores universitarios. Lo que sí hizo, varias veces, fue criticar a los políticos, a todos los políticos,

“por su superficialidad, por su incultura y, sobre todo, por su insensibilidad y falta de ayuda a los problemas de la ciencia”. Se le acusa de haberse dejado agasajar y utilizar por la universidad, el C.S.I.C., el INTA, las academias, etc., y esto es cierto. Pero, quizás, algunos de los que le acusan habrían aceptado gustosos estas distinciones si hubieran tenido suficiente talla cultural para recibirlas.

A última hora de la tarde, los días que me había citado, solos en su “suite”, me enseñaba, ilusionado, las revistas y libros que acababa de recibir y estaba asimilando a toda prisa, haciéndome un resumen de las últimas teorías, aunque sabía muy bien que mi deficiente formación (¡los famosos cursillos intensivos!) me impedía entender todo aquello. A la vez, daba cuerda a los varios relojes de sobremesa, que tenía sobre la chimenea y en los distintos muebles, de tal manera que pudiera saber la hora, con seguridad y desde cualquier punto. Era consciente del alto nivel que imponía en sus clases, pero creía necesario sacudir el tranquilo continuismo de nuestros medios científicos, esperando despertar, en unos cuantos jóvenes, el necesario interés por la nueva física. Díría que, en el fondo, se sentía solo tanto humana como científicamente.

Pasé buena parte de 1943 en Alemania haciendo la parte experimental de mi tesis sobre fotoelasticidad. Esta larga ausencia cortó nuestros habituales paseos y aunque siempre me trató con el máximo cariño, ya no tuve la fortuna de convivir con él casi a diario. Cuando murió en 1950, escribí en el Boletín de la Asociación Nacional de Físicos de España una nota necrológica de la que repito, como colofón, algunos párrafos que sigo suscribiendo íntegramente: “Ha fallecido el presidente de nuestro Consejo Asesor. Con él hemos perdido, a la par, un maestro, un animador y encauzador de nuevas tareas e investigaciones y un colega y amigo. En estos tiempos revolucionarios en que las juventudes son iconoclastas y apenas respetan a sus predecesores, Terradas constituía una figura de todos comprendida, por todos admirada y respetada en todas partes. Quizá porque él mismo, a su vez, comprendía y respetaba a todos los demás. Los más jóvenes sólo recordamos de Terradas su paso por la universidad, a su regreso de América del Sur, y su afán constante por montar, dentro de la cátedra de Física Matemática, seminarios de estudio en que se examinaran los nuevos problemas que de día en día plantea la física. Igualmente todos recordarán su prodigiosa memoria, enriquecida por su magnífica biblioteca, siempre a la disposición de aquellos estudiosos que se interesan por un camino aún no trillado en nuestro país. Pero lo más característico de don Esteban era su afán desmesurado por el estudio, su placer por conocerlo todo y su pasión por conseguir que el idioma español tuviera el necesario vocabulario técnico, sin necesidad de traducir mal que bien palabras extranjeras. Sus trabajos y publicaciones, que abarcan todos los campos de Ciencia y de la Ingeniería, fueron otros

tantos triunfos contra reloj, puesto que quitaron tiempo para su pasión principal.”⁶

Como dijo Rey Pastor: “Cargó sobre sus hombros tarea sobrehumana y el gigante ha sucumbido”.

NOTAS

1. Villena, L: *Julio Palacios: Labor didáctica, confinamiento y proyección internacional*. Aula de Cultura de Santander (en prensa).
2. Villena, L: “José María Otero Navascues (1907-1983)”. *Óptica Pura y Aplicada*, vol. 17, pág. 1-12. Madrid 1984.
3. Terradas, E: *Discurso leído en la Solemne inauguración del curso académico de 1930-31*. Universidad de Madrid, 1930.
4. Terradas, E: *Neologismos, Arcaísmos y Sinónimos en plática de Ingenieros*. Real Academia Española. Madrid s/f.
5. Real Academia de Ciencias: *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*. Madrid 1951.
6. *Physicalia. Boletín de la Asociación Nacional de Físicos de España*, nº 3. Madrid. 1950.

LA CIENCIA ESPAÑOLA SE INTERNACIONALIZA: LA INTRODUCCIÓN DE LA TEORÍA CUÁNTICA EN ESPAÑA (1908-1919)

per

JOSÉ M. SÁNCHEZ RON

1. INTRODUCCIÓN

Son numerosos los estudios que la nueva escuela de historiadores de la física española han dedicado a la introducción de las dos teorías de la relatividad en España. No ocurre lo mismo, sin embargo, con el caso de la difusión de las ideas cuánticas, tema prácticamente ignorado salvo escasísimas excepciones. De hecho, esta situación tiene un tanto de paradójico ya que, a la postre, fue en campos relacionados—más o menos directamente—con la física cuántica en donde los físicos españoles realizarían sus contribuciones más originales y numerosas.

2. LA APARICIÓN DE LAS IDEAS DE PLANCK EN ESPAÑA. EL CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS DE ZARAGOZA (1908)

Hacia finales de 1907, la sección de Zaragoza de la Real Sociedad de Historia Natural proponía a la Junta directiva de la Sociedad la celebración de un congreso nacional de naturalistas. Tras algunos intercambios de opinión, se transformaba el proyecto, extendiéndolo a todas las ramas de la ciencia.

De la entrevista del presidente de la Sociedad de Historia Natural, D. Luis Simarro, en busca de patrocinador, con D. Segismundo Moret, surgió el proyecto de fundar la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, con un programa análogo al de las que ya existían en Inglaterra, Suiza, Francia y Alemania, por mencionar algunas. El 2 de enero de 1908, tras la

reunión que bajo la presidencia de Moret, se celebró en el Ateneo de Madrid con representantes de las Academias, centros docentes, sociedades científicas, laboratorios, etc., quedó acordado el establecimiento de la asociación. Poco después se decidía la celebración, en Zaragoza, de su primer congreso.

Este primer congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias tuvo lugar durante el mes de octubre de 1908. En el discurso pronunciado por el presidente de la Asociación, Segismundo Moret, se señalaban como fines de ésta los siguientes:

- Comunicar impulso vigoroso y dirección sistemática a la investigación científica.
- Fomentar las relaciones de cuantos cultivan las ciencias en las diferentes partes del mundo donde se habla lengua española, relacionándolos, no sólo entre sí, sino también con los hombres de ciencia extranjeros.
- Promover una atención más constante y sostenida hacia los estudios científicos, y remover los obstáculos de carácter público que se oponen al progreso de la ciencia.

Tras los discursos inaugurales, comenzó el desarrollo de las sesiones. En una de ellas el cuanto haría su primera aparición *pública* en España. El introductor fue un joven catedrático de 25 años de Acústica y Óptica de la Universidad de Barcelona: Esteban Terradas e Illa.¹

Hasta entonces, el eco del tema del cuerpo negro (del que en 1900 Max Planck había extraído la primera discontinuidad cuántica) había sido casi nulo. Por lo que sabemos la única referencia a este tema en la literatura científica española con anterioridad a 1908 se encuentra en un artículo titulado “La energía de la luz emitida por un cuerpo negro incandescente”, que apareció en 1907 en la sección “Notas alemanas de física”, sección que firmada por el químico alemán Werner Mecklenburg había comenzado a publicarse en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* en 1906.² Ahora bien, en esta nota-artículo Mecklenburg se limitaba a describir someramente métodos y medidas experimentales sin dar ninguna de las fórmulas propuestas por Wien, Jeans y Rayleigh, o Planck para la distribución espectral de la energía.

Se puede afirmar, por consiguiente, que las dos conferencias que Terradas pronunció en el Congreso de Zaragoza constituyen la primera referencia escrita que tenemos en España sobre el problema de la radiación del cuerpo negro, desde el punto de vista teórico, y de la fórmula de Planck con la introducción del cuanto de energía y la constante de acción h . Las dos conferencias de Terradas fueron, de hecho, pronunciadas el mismo día (27 de octubre). Una, con el título “Sobre la mecánica estadística”, en las sesiones de la sección de ciencias exactas, y la otra “Teorías modernas acerca de la emisión de luz”, en la sección de ciencias físico-químicas.

Así pues, hubieron de transcurrir casi ocho años desde el 14 de diciem-

bre de 1900, fecha en la que Max Planck había expuesto ante los miembros de la Sociedad alemana de Física la formulación teórica a través de la cual llegaba a la ley de distribución de la radiación del cuerpo negro, cuya fórmula empírica él mismo había propuesto dos meses antes, para que sus conclusiones llegasen al ámbito científico español.

En la conferencia pronunciada en la sección de ciencias exactas, "Sobre la mecánica estadística", Terradas expone los resultados más recientes de la mecánica estadística, especialmente la formulación de Gibbs, tal y como aparecía expuesta en su famoso libro *Principles of Statistical Mechanics* (New Haven, 1902), al que Terradas hace referencia. Tras exponer la teoría, la aplica a diversos problemas, uno de ellos el de "La emisión de radiaciones". Haciendo uso de la mecánica estadística llega a la radiación de Jeans "deducida" —escribe Terradas³— "siguiendo la exposición de Lorentz en la conferencia que dio en Roma este año con ocasión del IV Congreso Matemático Internacional". Esta conferencia de Lorentz a la que se refiere Terradas tiene importancia en el proceso de asimilación de la teoría cuántica por los físicos europeos. Según Kuhn:⁴

"La demostración que dio Lorentz de la ley de Rayleigh-Jeans causó una impresión mucho más honda a sus coetáneos que ninguna de las que habían aparecido hasta entonces...

Su demostración de la ley de Rayleigh-Jeans era por méritos propios la más completa, general y convincente que se había dado hasta entonces."

Si unimos a esto la enorme autoridad personal de que gozaba Lorentz, queda justificado el siguiente párrafo de Kuhn:⁵

"Parece ser que fue después de la conferencia de Lorentz en Roma cuando la profesión de los físicos en general se vio enfrentada con lo que poco después se denominaría la catástrofe del ultravioleta y, por consiguiente, con la necesidad de elegir entre la teoría de Jeans y una versión no clásica de Planck".

En efecto, hasta entonces la generalidad de los físicos (con notables y muy escasas excepciones, como Einstein y Ehrenfest) no había tenido realmente conciencia de hasta qué punto la "teoría" de Planck rompía con la tradición clásica. Así, por ejemplo, Kayser en su *Handbuch der Spectroskopie* (Leipzig, 1902) señalaba a Planck como "el hombre que partiendo de la teoría electromagnética ha encontrado evidentemente la verdadera fórmula de radiación." En el mismo sentido, en su *Termodinámica* (1904), Voight escribía:

"Mediante una notabilísima combinación de consideraciones probabilísticas con la teoría de emisión de ondas de resonadores eléctricos, el señor Planck ha llegado a una fórmula que satisface los experimentos en toda la región en que ha sido investigada."

La segunda de las conferencias de Terradas, la titulada "Teorías modernas de la emisión de la luz", transmitía de manera todavía más clara y explícita la crisis que la física clásica estaba atravesando. Comienza Terradas recordando algunos resultados clásicos de la teoría de la radiación térmica: le-

yes de Kirchhoff, ley de Stefan-Boltzmann y ley de Wien del desplazamiento. Señala además que Wien había demostrado que el problema de buscar la densidad de la radiación u_ν como función de la frecuencia, ν , y de la temperatura absoluta, T , se reducía al de buscar u_ν como función del cociente ν/T , restricción sobre la ley de distribución que constituyó una poderosa ayuda para los argumentos posteriores de Planck.

Tras estos preliminares, pasa a explicar “*de qué modo los físicos han razonado para establecer la forma de la distribución de densidad de radiación.*” Expone primero la ley de radiación de Jeans. Explica en términos generales cómo se obtiene, remitiendo a su conferencia en la sección de ciencias exactas para los detalles, y al discutir los resultados a que conduce la fórmula de Jeans hace Terradas una observación importante:

“Ante este resultado, no hay más remedio que, o bien transformar los principios teóricos de la electricidad en uso hoy día, o criticar los experimentos realizados, en el sentido de que las observaciones no responden a la emisión del cuerpo negro, pues los utilizados como tales no lo son acaso para pequeñas longitudes de onda.”

Expone entonces la tesis de Jeans, según la cual la transferencia de energía entre la materia y los modos de vibración de éter asociados a longitudes de onda cortas se realizaría de modo tan lento que el estado de equilibrio descrito por la ley de Jeans no podría darse físicamente. Los experimentos realizados referentes a la radiación del cuerpo negro no estarían estudiando situaciones de equilibrio. Tras indicar brevemente que Lorentz había obtenido también esta ley mediante la teoría de los electrones, pasa a exponer los cálculos de Planck que llevan a su ley de distribución.

En la exposición de Terradas no hay nada original, limitándose a seguir los razonamientos que Planck hace de sus *Lecciones sobre la teoría de la radiación térmica* (1906). Tras obtener la ley de distribución de Planck y señalar que para grandes longitudes de onda la expresión coincide con la fórmula de Jeans, Terradas afirmaba:

“La constante h , cuyo significado deja Planck para lo porvenir, tiene gran importancia; señala, en efecto, lo característico de la teoría, que se distingue por admitir que la energía de un resonador no puede variar por los fenómenos de emisión y absorción, si no es por *cuantums* múltiplos de h , lo cual está en oposición con la teoría electromagnética de Maxwell, para la cual no hay *cuantums* privilegiados ni definidos.”

Y concluía su conferencia de esta manera:

“Sólo la experimentación podrá escoger las [*teorías de emisión*] más apropiadas, pues hoy día, aunque la teoría de Planck se avenga a los hechos observados, introduce hipótesis nuevas en Electricidad.”

Naturalmente, si estamos interesados en la difusión de las ideas cuánticas en España es interesante preguntarse acerca de la audiencia de Terradas en Zaragoza. En este sentido cabe decir que la sesión de la sección de ciencias físico-químicas del 27 de octubre en la que Terradas introdujo la ley de

radiación de Planck, se celebró bajo la presidencia de José Muñoz del Castillo, de la Real Academia de Ciencias y catedrático de la Facultad de Ciencias de Madrid, donde dirigía el Laboratorio de Radiactividad. El vicepresidente aquel día fue Antonio de Rocasolano, químico, profesor de la Universidad de Zaragoza, y el secretario José Rodríguez Mourelo, de la Real Academia de Ciencias y catedrático de la Escuela de Artes e Industrias. En la misma sesión fueron leídas otras memorias, por Blas Cabrera, Rodríguez Mourelo, Garzón y Carmona y Francisco Cebrián. En otras sesiones de esta sección participaron José Rodríguez Carracido, el P. Eduardo Vitoria e Ignacio González Martí, entre otros. Es probable, por consiguiente, que ellos también asistieran a la conferencia de Terradas. Salvo Cabrera ninguno de los asistentes mencionados tendría importancia en el desarrollo posterior de las ideas cuánticas en España.

Las comunicaciones de Terradas en Zaragoza están en realidad íntimamente unidas al discurso que, pocos meses después, el 15 de marzo de 1909, pronunciaba con ocasión de su recepción como académico de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. El discurso, titulado "Sobre la emisión de radiaciones por cuerpos fijos o en movimiento", nos ofrece además en uno de sus párrafos la situación de los intereses de Terradas entonces:

"Durante todo lo que llevamos del año 1908, he dedicado mis estudios a la teoría de la emisión de la luz, procurando hacerme cargo de las difíciles cuanto sutiles consideraciones de los físicos actuales..."

Este interés de Terradas por las ideas cuánticas se mantuvo durante algún tiempo. Julio Palacios, que fue alumno suyo en Barcelona desde 1909 hasta 1912, diría más tarde:⁶

"Hacia la mitad de mi carrera, quiso mi buena fortuna que tuviese por profesor a Terradas, y el contraste [*con los métodos convencionales de enseñanza*] no pudo ser más brusco. No tenía ni método, ni libro, ni siquiera programa, y el primer día nos dejó atónitos al preguntarnos si queríamos aprender la óptica ondulatoria clásica o preferíamos (¡en 1910!), la teoría de los cuantos de Planck."

Y añadía después Palacios:

"Nos fue entregando en días sucesivos libros y revistas en inglés y alemán, asegurándonos que con no mucho esfuerzo lograríamos entenderlos."

De hecho, en 1915 Terradas dio un curso dentro de los "Cursos Monogràfics d'Alts Estudis i d'Intercanvi" que se tituló "Els elements discrets de la matèria i de la radiació". El curso, actualizado, fue publicado aparentemente en 1916 por el Institut d'Estudis Catalans, como el primer volumen de la "Col·lecció de Cursos de Física i Matemàtica", colección dirigida por el propio Terradas. Los títulos de los capítulos dan una buena idea del amplio espectro y de la altura de los temas cubiertos por Terradas. Así, el primer capítulo se titula "Generalitats sobre la hipòtesi dels elements discrets"; el segundo, "Teoria dels gasos monoatòmics"; el tercero "Teoria de la radiació de Planck", y el último "Teoria del còs sòlid monoatòmic de Debye".

Es interesante señalar la actualidad del contenido de este cuarto capítulo en donde se discutían los resultados referentes a los calores específicos obtenidos por Debye. La aplicación del cuanto al problema de los calores específicos había surgido a raíz de un artículo de Einstein de 1907. Posteriormente, en 1911-1912, Debye y Nernst habían extendido los resultados de Einstein. De hecho durante los últimos años de la primera década, en que el problema de la radiación del cuerpo negro deja de ser el único tema en que parecía necesario recurrir al cuanto, y los primeros años de la segunda, hasta 1913, en que Bohr propone su modelo atómico, la teoría de los calores específicos ocupó un lugar preeminente entre las aplicaciones de la teoría cuántica.

El acierto y prontitud con los que Terradas discutía en los años que van de 1908 a 1915 temas de la física cuántica *teórica* no tuvo, por lo que sé, otro paralelo que las notas alemanas de física a las que pasaré de nuevo en seguida. Así tenemos, por ejemplo, que Blas Cabrera escogía como tema para su discurso de entrada en la Real Academia de Ciencias de Madrid “El éter y sus relaciones con la materia en reposo” (17 de abril de 1910). En los primeros compases de su conferencia Cabrera afirmaba:

“Debo ahora llenar un precepto de los Estatutos de esta casa desarrollando un tema científico, y soy ingenuo al confesaros que no dudé en elegir. Ninguno tan fundamental para las ciencias físicas, ni de actualidad tan palpitante como analizar el concepto que la Física moderna se forma del éter.”

Visto retrospectivamente no hay duda que en los alrededores de 1910 Terradas sabía apreciar mucho mejor el alcance de las nuevas teorías físicas. Ahora bien, al llegar a este punto cabría preguntarse acerca del impacto del magisterio de Terradas. En este sentido, y adelantando temas que volveremos a tocar más adelante, cabe decir que, como en el caso de otros campos tocados por Terradas, no es en absoluto evidente, más bien todo lo contrario, que su influencia fuese apreciable entre la pequeña comunidad de físicos y estudiantes españoles. Recordemos, en este sentido, como se ha discutido en otro lugar,⁷ la limitada formación teórica de que hicieron gala la mayor parte de los investigadores españoles en los temas de punta de la física cuántica teórica, cuando, hay que insistir en ello, el magisterio de Terradas era, en este campo, eminentemente teórico.

3. OTROS VEHÍCULOS DE DIFUSIÓN DE LAS PRIMERAS IDEAS CUÁNTICAS

Desde 1906, fecha en que comenzaron a publicarse en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* las “Notas alemanas de física”, que ya mencionamos anteriormente, no apareció artículo alguno que hiciera referencia a las ideas cuánticas hasta 1909, con la excepción señalada en la sección anterior. Fue entonces cuando Mecklenburg discutió, en una nota titulada “Observaciones nuevas en los rayos canales con relación a la hipótesis

de los cuantos de luz”, un importante trabajo de Johannes Stark. Stark había comenzado a utilizar los cuantos en 1907 y fue uno de sus primeros defensores. En el artículo que mencionamos daba cuenta de experimentos (sobre rayos X, rayos catódicos y canales, etc.) que apoyaban la hipótesis de los cuantos de luz. Así, en lo que se refiere a los *Anales* debe mencionarse que la “segunda discontinuidad cuántica”, la de los cuantos de luz, hace su aparición de la mano de Stark, con Mecklenburg actuando, naturalmente, de portavoz.

Al año siguiente, 1910, vuelven a aparecer los cuantos luminosos en las “Notas alemanas de física”. Es un artículo de Mecklenburg sobre “La emisión de electrones negativos por la acción de la luz o de los rayos Roentgen”. Tras describir la realización experimental del efecto fotoeléctrico expone las teorías propuestas para explicarlo. Una, la propuesta por Lenard, suponía que se trataba de un fenómeno de resonancia, y la otra, la de Einstein, de los cuantos de luz. Aunque Mecklenburg no se inclinaba en su reseña por ninguna de las dos teorías, dedicaba bastante más espacio a la de Einstein.

En el mismo tomo de 1910 de los *Anales* se publican los extractos de las comunicaciones de la 81 Asamblea de Naturalistas y Médicos alemanes en la que Einstein pronunció su famosa conferencia “Sobre el desarrollo de nuestras ideas relativas a la naturaleza y composición de la luz” en donde, por primera vez, aparecía en la física cuántica la dualidad onda-corpúsculo, a través de un análisis de las fluctuaciones de energía y momento de la radiación en equilibrio térmico.⁸

La segunda década del siglo XX vería rápidos cambios en lo relativo a la difusión de la teoría cuántica en España. Las “Notas alemanas” no tardarían en desaparecer,⁹ pero antes de hacerlo todavía nos encontramos con discusiones de trabajos importantes como el de Nernst de 1911, titulado “La teoría del calor específico y la aplicación de la teoría de los cuantos de energía a los problemas químico-físicos”. Este artículo dio a conocer a un público mucho más amplio las primeras aplicaciones, fuera del cuerpo negro, de la teoría de los cuantos. Haciendo balance de las “Notas alemanas”, hay que decir que, al menos en lo relativo a la física cuántica, desempeñaron una función tremendamente positiva, manteniendo informados de los más recientes desarrollos de la física alemana a los lectores de los *Anales*.

A comienzos de la segunda década comenzó a publicarse en los *Anales* una sección de extractos de artículos publicados en las principales revistas de física y química extranjeras. De hecho, desde 1912, fecha en que comienzan a publicarse los extractos, que voluntariamente realizaban algunos socios de la Sociedad Española de Física y Química, el grosor de los *Anales* se duplica.

Uno de los primeros extractos publicados analizaba las memorias presentadas al congreso de Naturalistas y Médicos alemanes celebrado en Kals-

ruhe en 1911. Presenta interés especial la de Sommerfeld, titulada “El cuanto de acción de Planck”. El extracto está firmado por T., probablemente Terradas.

Otros extractos publicados aquel año presentaban trabajos de: Nernst (“Sobre una ley general referente a la manera de conducirse los elementos sólidos a temperaturas muy bajas”), Hasenöhl (“Sobre los fundamentos de la teoría mecánica del calor”), Haber, quien discutía algunos efectos fotoquímicos nuevos que en su opinión exigían una explicación cuántica, Weiss (“Las relaciones racionales de los momentos magnéticos de las moléculas y el magnetón”) y Planck (“Sobre las teorías termodinámicas modernas [el teorema del calor de Nernst y la hipótesis del quantum]”). El último artículo extractado de los *Anales* que mencionaremos es uno de Wilson sobre la teoría de las series espectrales, y lo citaremos porque el extracto está firmado por Manuel Martínez-Risco. Martínez-Risco fue, probablemente, uno de los primeros físicos españoles que, ayudados por la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, viajaron al extranjero. Marchó a Amsterdam a estudiar con Zeeman, y su tesis doctoral, “La asimetría de los tripletes de Zeeman” (Madrid 1912, 59 págs.), fue uno de los resultados de su estancia allí. En el sentido de que su campo de investigación estaba en el centro del debate cuántico, se podría haber esperado de Martínez-Risco una cierta sensibilidad y magisterio acerca de la física cuántica. Sin embargo, no fue así, y su carrera posterior no sólo estuvo, como en la mayoría de los físicos españoles, consagrada fundamentalmente a la física experimental, sino que además se centró en la óptica.

4. BLAS CABRERA. EL MODELO ATÓMICO DE BOHR

Blas Cabrera y Felipe fue, no cabe duda, el físico español más importante de las primeras décadas del siglo XX. Por ello resulta interesante analizar su relación con la teoría cuántica.

Como ya vimos antes, hacia 1910 el criterio de Terradas sobre los temas de punta en Física era más actual que el de Cabrera. Esto no debe sorprendernos. Basta echar una ojeada a la lista de publicaciones¹⁰ de Cabrera para comprobar que el pilar básico sobre el que se apoyaron durante muchos años sus trabajos fue la electrodinámica clásica. El calibrado de los hilos, la variación de la conductibilidad con la temperatura o diversos temas de magnetismo clásico están entre las cuestiones a las que dedicó más tiempo. Es natural, por consiguiente, que “El éter y sus relaciones con la materia en reposo” fuese el tema elegido por Cabrera para su entrada en la Academia de Ciencias de Madrid.

En lo que a la física cuántica se refiere, el punto de inflexión de la carre-

ra de Cabrera se sitúa, en nuestra opinión, hacia 1912. En 1911 Pierre Weiss, del Instituto Politécnico de Zurich, proponía la hipótesis del *magnetón*, según la cual los momentos magnéticos de los átomos deberían estar cuantizados, es decir, deberían ser proporcionales a un momento unidad llamado magnetón. Poco después Cabrera decidía iniciar su propia investigación sobre los momentos magnéticos de las sales del hierro, en colaboración con el químico Enrique Moles. Para ello decidió trasladarse a Zurich a trabajar con Weiss, aunque sin notificárselo. Con una pensión de la Junta de Ampliación de Estudios, Cabrera permaneció (en compañía de Moles) en Zurich desde abril de 1912 a enero de 1913, llegando a conseguir la estima de Weiss.

Los resultados de Cabrera y Moles se publicaron bajo el título "La teoría de los magnetones y la magnetoquímica de los compuestos férricos", en el volumen de los *Anales* del año 1912. Era la publicación número 30 de Cabrera y la primera relacionada con el cuanto.

El campo de investigación elegido y la estancia en Zurich obligaron a Cabrera a abrirse, no sin preocupaciones, al "escenario cuántico". Pronto tendría una ocasión propicia para demostrar públicamente cuáles eran sus nuevos intereses. En el 4º Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebrado en Madrid del 15 al 20 de junio de 1913¹¹ Cabrera pronunciaba la conferencia inaugural de la sección 3ª (ciencias físico-químicas). Transcribo a continuación algunos párrafos del discurso de Cabrera, que nos proporcionarán una visión de sus pensamientos por aquel entonces:

"Repasando la historia de las ciencias físicas en los cuatro últimos lustros, nótese la frecuencia de los descubrimientos que han obligado a romper con la tradición, haciendo tabla rasa de todas las teorías e hipótesis formuladas para coordinar los hechos experimentales, que de esta suerte, han quedado libres de ligaduras y dispuestos para una nueva ordenación... Bástenos citar... el descubrimiento de la radioactividad,... el de los electrones..., la audaz extensión del principio de relatividad..., y por último la hipótesis de los quanta de acción y de energía que no sólo choca con los principios semiarbitrarios que sirven de base a la ciencia, como ocurría en los ejemplos precitados, sino que está en oposición con nuestros métodos de razonar, si bien parece impuesta por los hechos."

Y continuaba así:

"Esta crisis de la ciencia, que ha barrido muchos de los postulados que se creyeron inmutables, ha conducido a un gran número de físicos y matemáticos a someter sus fundamentos mismos a una crítica severa."

Hablando, más adelante, del cuerpo negro, decía:

"[Para el problema] del cuerpo negro, de gran interés por las dificultades que he puesto de manifiesto, y que acaso obliguen a cambiar radicalmente los fundamentos mismos de la física teórica... hoy por hoy sólo se conoce un medio para conciliar la teoría con la experiencia, pero supone romper con los princi-

pios que parecían mejor establecidos, y con ideas teóricas cuyo éxito había sido hasta ahora completo. Veníase admitiendo que la energía de un sistema es en general, una función continua de sus coordenadas, condición indispensable para que las ecuaciones canónicas de Hamilton sean aplicables, y esta hipótesis es la que parece en contradicción esencial con los hechos. Cuando se prescinde de ella y se supone que la energía en sí misma, o su emisión, o su absorción, son funciones discontinuas que cambian por saltos bruscos, de tal suerte que un sistema contiene un número entero de veces un cierto quantum, del cual se deduce la energía multiplicándole por la frecuencia, la contradicción desaparece, pero simultáneamente surgen una multitud de problemas aún no resueltos, acaso de tanta monta como la misma que se quiere evitar. ¿Esta discontinuidad, se aplica a la emisión, la absorción y la radiación, o sólo a la primera?, según ha propuesto Planck últimamente. Lo más lógico sería suponer que la energía conserva siempre su discontinuidad, pero entonces es menester renunciar a la teoría clásica del campo electromagnético, que satisface a las ecuaciones de Hamilton. También es difícil explicarse el mecanismo de la absorción discontinua, y por ello Planck circunscribe la discontinuidad a la emisión, pero, a pesar de todo, las dificultades superan a la potencia de la ciencia actual.

Pudiera parecer lo más práctico, en vista de tanto escollo, buscar por otro camino la fórmula teórica de la distribución de la energía en el espectro; mas aparte de que hoy por hoy tal camino no se vislumbra, es necesario tener en cuenta que existen argumentos muy de otro orden que nos obligan a conservar los quanta. Entre estos es el más importante la conformidad casi absoluta de la fórmula de Einstein y mejor la de Nernst y Lindemann, con la ley de variación del calor específico, ley de la cual es caso límite la ley clásica de Dulong y Petit.”

Vemos que aunque el language empleado manifiesta aún cierta cautela, en la que además se capta todo el dramatismo inherente en el paso de la física clásica a la cuántica, Cabrera es ya consciente de que los experimentos demuestran la necesidad de aceptar la discontinuidad cuántica, y que ésta acarrea una ruptura fundamental con la electrodinámica clásica.

Este interés de Cabrera por los temas cuánticos que, por otra parte, irán también paulatinamente penetrando sus investigaciones en cuanto la estructura cuántica del átomo permitía explicar las propiedades magnéticas de la materia, se manifiesta asimismo en el hecho de que Cabrera comienza a elaborar, para los *Anales*, extractos de artículos publicados en otras revistas. Así, en 1913 redacta el extracto de un artículo de Lorentz titulado “Acerca de la teoría de los elementos de energía”, en el cual se generaliza la fórmula de Einstein de los calores específicos a casos de muchos vibradores con más de un período propio.

4.a El modelo atómico de Bohr

Como es sabido la idea de Rutherford, publicada en 1911, del átomo formado por un núcleo central cargado rodeado por electricidad del signo opuesto formando la corteza, había sido anticipada durante la primera década del siglo (Perrin 1901, Nogaoka 1904). Aunque esto no es excesivamente sorprendente, sí es curioso que en el año 1910, es decir, un año antes de la publicación de los resultados de Rutherford, esta idea fuera difundida en España.

En efecto, entre los párrafos del discurso inaugural que pronunció José Echegaray en el congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebrado en Valencia en Mayo de 1910, encontramos el siguiente:

“... porque hoy gran número de físicos consideran al átomo de los cuerpos simples como un sistema complejo, como una especie de sistema solar en miniatura en que los átomos de electricidad negativa se agitan alrededor de otros átomos de electricidad positiva, como planetas alrededor del Sol.”

Cuando, dos años después de que Rutherford propusiera su modelo, Bohr publica en el *Philosophical Magazine* sus artículos, en los cuales, utilizando el modelo atómico de Rutherford, construye un nuevo modelo de átomo cuántico, esta revista inglesa ya se recibía en algunos centros de investigación. Concretamente, era una de las revistas de la que se extractaban artículos para su publicación en los *Anales*. No obstante, los artículos de Bohr no fueron extractados. Probablemente las hipótesis de Bohr se juzgaron demasiado discutibles.

No fue hasta el año siguiente, 1914, cuando apareció en los *Anales* la primera referencia al átomo de Bohr. Es un resumen de un artículo de Rutherford, redactado por Cabrera. Tras describir los experimentos de Rutherford, concluía así:

“Bohr... ha demostrado que las posiciones estables de los electrones externos no pueden ser deducidas de la mecánica clásica. Por la introducción de una concepción relacionada con el quantum de Planck, ha demostrado que en ciertas hipótesis es posible construir átomos sencillos y moléculas de electrones positivos y negativos, como por ejemplo, el átomo y la molécula de Hidrógeno y el átomo de Helio, que se conducen desde diferentes puntos de vista como los átomos y moléculas reales. Cualquiera que sea la opinión que se tenga sobre la hipótesis de Bohr, es innegable el interés de su concepción.”

Para que de esta etapa, en la que la hipótesis de Bohr “tiene un interés innegable”, se pase a otra en la que el átomo bohriano es generalmente aceptado, tuvieron que pasar algunos meses. Probablemente no sería hasta 1915, con los trabajos de Sommerfeld, cuando el Ateneo de Madrid, tuvo lugar un ciclo de conferencias en las que bajo el título general de “Estado actual, métodos y problemas de las ciencias”, se pretendía que los personajes más destacados dentro del panorama intelectual español en cada una de las especialidades científicas, expusieran los problemas más importantes que se encon-

traban planteados dentro de su campo y las líneas de investigación que se seguían. La correspondiente a la física fue encargada a Cabrera, quien en dos sesiones, celebradas el 24 y 31 de enero de 1915, elaboró una panorámica bastante completa del estado en que se encontraba la física por aquellas fechas¹².

Comenzaba Cabrera exponiendo cual era en aquellos momentos el problema fundamental que tenía planteado la Física.

“Las ciencias que han llegado al grado de perfección orgánica que la física posee, tienen en cada período de su historia un problema capital, en cuya solución aspiran a colaborar cuantos a ella dedican su actividad, problema que no es el único... pero que posee la inestimable ventaja de ser el fiel reflejo del espíritu científico de su época... En nuestros días el problema de la física ha cambiado de nuevo, y radica esta vez en desentrañar la estructura íntima de la materia.”

Tras esta introducción Cabrera desarrollaba su primera conferencia tratando los siguientes temas:

“Molécula y átomo: Sus dimensiones.— Electrón y su masa mecánica.— Constitución del átomo: modelo de J.J. Thomson.— Modelo atómico de Rutherford.— Constitución del núcleo atómico.— Propiedades magnéticas del átomo.”

Cabrera concluía esta primera conferencia con un párrafo muy significativo:

“Hemos visto ya todo lo que podemos saber respecto del núcleo atómico; bien poco indudablemente. En cambio la distribución de los electrones corticales es un problema más al alcance de la ciencia actual, que dispone del poderoso auxilio del espectro luminoso y de rayos X. Pero esto será materia de la próxima conferencia.”

Uno ve tras estas frases de Cabrera la justificación de la organización que poco a poco iría tomando el Laboratorio de Investigaciones Físicas (creado por la Junta de Ampliación de Estudios en mayo de 1910) y que culminaría en el Instituto Nacional de Física y Química, el “Rockefeller” (creado en 1932).

La segunda conferencia, pronunciada una semana más tarde, estaba dedicada, tal y como Cabrera había anunciado, a la cuestión de los espectros y se desarrolló según el siguiente esquema:

- Espectro de las radiaciones emitidas por los cuerpos
- Espectro de rayas
- El espectro y la constitución del átomo
- Teoría de las series espectrales de Bohr
- Espectro de rayos X
- Número atómico

Tras considerar los mecanismos clásicos de emisión, Cabrera llegaba al modelo de Bohr.

“... otro orden de consideraciones ha impuesto una total modificación de las ideas clásicas; ya dijimos que si el electrón describe una órbita cerrada, emite una onda luminosa, perdiendo por ende una cierta cantidad de energía

en cada revolución, de suerte que en un tiempo más o menos largo, se habrá consumido la cantidad de energía que tenía almacenada y quedará en reposo. Ahora bien, este tiempo es prácticamente tan pequeño, que es imposible interpretar la producción de los espectros de rayas, perfectamente definidas, que la experiencia nos suministra.

Felizmente, tal falla de estabilidad en el átomo... queda eliminada si se admite, para la radiación de energía por el átomo, la hipótesis de los quanta de emisión de Planck. El físico alemán ha demostrado que la única forma de interpretar teóricamente la distribución de energía en el espectro del cuerpo negro, es suponer que la energía sólo puede emitirse por cantidades que son múltiplos exactos de un 'quantum' o átomo de energía, cuyo valor, $h\nu$, es proporcional a la frecuencia, siendo $h = 6,57 \times 10^{-27}$ erg. s. Trasladando esta hipótesis a nuestro problema, el electrón, al describir su órbita, no emitirá energía en general, y por consiguiente la estabilidad está asegurada por lo menos para una cierta serie de configuraciones. Sólo en el tránsito de una de estas configuraciones a otra tendrá lugar la emisión de una onda.."

A continuación Cabrera señalaba que partiendo de esta idea fundamental se han formulado dos teorías diferentes del átomo. Refiriéndose a la de Bohr decía:

"Parte del átomo de Rutherford, y conduce a fórmulas para el radio de la órbita, potencial de ionización,... concordantes con los valores señalados."

Indicaba también la concordancia entre el valor experimental de la constante de Rydberg y el que se deduce teóricamente de la teoría de Bohr, concordancia notable que indica cuan próxima a la realidad debe encontrarse la teoría de Bohr.

Es asimismo interesante reproducir el comentario que Cabrera hacía sobre un problema tan en boga entonces como el de los rayos X:

"Las propiedades de este espectro [*de rayos X*], su mayor fijeza e independencia de los agentes externos, llevan a pensar que se trata de electrones más próximos al núcleo que aquellos otros productores del espectro ordinario."

A partir de este año, 1915, podemos distinguir dos cauces a través de los cuales discurren en España las ideas cuánticas. No obstante, es necesario ser cuidadoso al delimitar y evaluar el significado de estos cauces.

Por un lado, están las memorias, trabajos y exposiciones de carácter general de Cabrera. En lo que se refiere a las presentaciones generales hay que reconocer que, como en el caso de su labor como divulgador de la relatividad, Cabrera daba a sus audiencias una idea muy ajustada y general de los últimos desarrollos de la física cuántica. Ahora bien, en lo relativo a sus propias investigaciones hay que considerar: 1º que él era sobre todo un experimentalista; 2º que su área de especialización era el magnetismo, y 3º que entró en los temas relacionados con la teoría cuántica vía el magnetón de Weiss, una hipótesis en principio interesante pero que a la postre se vería relegada como unidad natural del momento magnético en favor del magnetón de Bohr. Todos estos factores llevaron a que, aunque Cabrera hiciera numerosas referencias a las hipótesis cuánticas para explicar resultados experi-

mentales, fueran los experimentos, naturalmente, y no la teoría los favorecidos por su obra. En este sentido fue un ejemplo más, el primero y más importante, y por esto mismo tal vez en una medida significativa responsable, de la falta de preparación y consiguiente incapacidad creadora en el campo teórico de los físicos españoles en la nueva física hasta, al menos, la ruptura que significó la guerra civil.

El otro cauce al que me refería antes lo constituyeron los miembros del grupo de espectroscopistas del Laboratorio de Investigaciones Físicas. Y aquí hay que hacer, como en el caso anterior, algunas precisiones. En primer lugar, hay que decir que la significación que este grupo tuvo para la física cuántica fue algo que se fue logrando con el tiempo, pero que no era evidente en un principio (uno estaría tentado de decir que tal vinculación sería, a la postre, inevitable, en tanto que “espectroscopía” y “teoría cuántica” llegaron, al ir avanzando el siglo XX, a estar unidas indisolublemente). Esto era, en realidad, una manifestación del hecho de la propia composición del grupo: químicos experimentales con poca formación en física cuántica. Así, si echamos una ojeada a la “Memoria correspondiente a los años 1914 y 1915” (publicada en 1916) de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, vemos que lo que se dice de los “trabajos de Espectrografía” del Laboratorio de Investigaciones Físicas, es lo siguiente:

“Trabajos de espectrografía, bajo la dirección de D. Angel del Campo [*químico*].

En el curso general sobre métodos espectroscópicos trabajó D. Miguel Catalán, licenciado en Ciencias químicas.

a) Se estudió detenidamente el espectro de bandas que presenta el silicio en el arco eléctrico, buscando su origen y las condiciones químico-físicas en que se produce.

b) Bajo la dirección de D. Angel del Campo y D. Santiago Piña se hicieron estudios espectrográficos de minerales españoles y extranjeros, así como también de aguas minerales españolas.

Tomaron parte en ellos D. Pedro Castro, licenciado en Ciencias Naturales, y D. Alfredo Marín, licenciado en Medicina.

Concurrieron también al Laboratorio, para el estudio de algunos métodos, los Sres. D. Hipólito R. Pinilla, catedrático de Hidrología Médica de la Universidad Central; D. Manuel Blasco, profesor de Electrotecnia de la Escuela de Ingenieros Agrónomos, y el R.P. Filiberto Díaz, conservador del Museo de Ciencias Naturales.”

En la Memoria correspondiente a los años 1916-1917 (publicada en 1918) ya se comienzan a apreciar cambios significativos y que a la postre conducirían a los excelentes trabajos espectroscópicos de los años veinte, y en especial al descubrimiento de los multipletes a cargo de Catalán. Se lee, por ejemplo, en la memoria mencionada que *“el Sr. Del Campo continuó sus investigaciones acerca del espectro de bandas de silicio en el más extremo ultravioleta, y empezó el estudio de algunas particularidades del mismo, así*

como del de rayas, desde el punto de vista de su ordenación en series." De Miguel Catalán se dice que *"estudió las condiciones físico-químicas en que se producen las series espectrales del magnesio y completó asimismo las series de otros metales"*. Santiago Piña, el otro miembro importante del grupo se ocupaba, por su parte, *"en estudiar los espectros de diversos minerales platiníferos españoles y extranjeros, así como en revisar y completar los espectros de diversos metales en la región ultravioleta comprendida entre 1980 y 2300 U.A."*

Un dato interesante a mencionar es que, por lo que sabemos, durante el lustro 1915-1920 en los trabajos –insistimos que exclusivamente experimentales– de estos espectroscopistas no se hacía referencia alguna a la teoría de los espectros basada en el modelo atómico de Bohr; se limitaban a dar cuenta del descubrimiento de nuevas rayas espectrales, sistematizando y tabulando los espectros de distintas sustancias.

Por lo que se refiere a la sección de extractos que se venía publicando en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, y que hasta entonces había contribuido de modo importante a la difusión de los últimos desarrollos de la física, experimenta a partir de 1915 una disminución de actividad notable. Por causa de la Primera Guerra Mundial, surgen importantes dificultades en las comunicaciones que impiden que las publicaciones que se utilizaban para realizar los extractos se reciban con suficiente regularidad. Por este motivo los responsables de los *Anales* deciden sustituir esta sección por otra, *"consistente en disertaciones que dan cuenta bien razonada del estado actual y de los antecedentes de aquellas cuestiones más interesantes de la física."* Los extractos no volverían a publicarse hasta 1918, aunque según se indica *"el número de revistas sigue siendo escasísimo"* y *"persistiendo aún la interrupción de comunicaciones postales con algunos países, los resúmenes de trabajos alemanes, austriacos y rusos, sólo pueden hacerse utilizando los que de éstos publican las revistas inglesas y americanas."*

En esta nueva sección publicó Cabrera en 1915 dos trabajos largos, de síntesis y puesta al día. Uno, sobre el "Estado actual de la teoría del magnetismo", y otro sobre el "Estado actual de la teoría de rayos X y γ , su aplicación al estudio de la estructura de la materia". Se describía con detalle la teoría de Bohr y las referencias a los cuantos son ya constantes.

Con el mismo título, "Estado actual de la teoría del magnetismo", pronunció Cabrera una conferencia en la Universidad de Valladolid durante el Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebrado en octubre de 1915. Allí volvía a insistir en la incompatibilidad manifiesta que existía entre la electrodinámica clásica y el modelo atómico de Bohr.

Durante 1916, Cabrera continuó desarrollando en los *Anales* su trabajo sobre "Estado actual de la teoría del magnetismo", con la publicación de

dos capítulos nuevos: "Paramagnetismo: su variación con la temperatura" y "Paramagnetismo y composición química. Teoría de los magnetones", donde se habla ya de la cuantificación de la integral de acción, idea que, introducida por Sommerfeld en 1911, tuvo su desarrollo más fructífero al aplicarla al modelo atómico de Bohr. Nótese que la idea de la cuantificación de la integral de acción había sido presentada en los *Anales* en 1912, en el extracto de la comunicación de Sommerfeld firmado por Terradas del que ya hablamos con anterioridad.

También en 1916 Catalán publica sus trabajos sobre "Nuevas rayas halladas en el espectro del magnesio", aunque sin hacer todavía referencia a la teoría de los espectros. Asimismo aparecen estudios experimentales de Pedro Carrasco ("El espectro de líneas de la corona solar"), Santiago Piña ("Estudio espectroquímico del platino nativo") y Cabrera ("Magnetoquímica de las sales de cobalto").

Otro suceso que tuvo lugar en 1916 y que conviene destacar es la marcha, en plena guerra mundial, de Julio Palacios, quien desde abril de aquel año era catedrático de Termología en la Facultad de Ciencias de Madrid, al laboratorio de Kamerlingh Onnes en Leiden (Holanda), entonces el centro más importante en el tema de bajas temperaturas (allí se había conseguido licuar por primera vez, en 1908, el helio y se había descubierto, en 1913, la superconductividad). Palacios permaneció allí hasta el final de la contienda, realizando trabajos sobre las isoterms del neón a bajas temperaturas, en colaboración con C.A. Crommelin y el propio Kamerlingh Onnes. El fruto de esta colaboración constituiría la primera publicación científica de Palacios¹³.

En Leiden, Palacios no sólo se dedicó a investigar en el laboratorio de Kamerlingh Onnes sino que también siguió los cursos de Física Teórica de Lorentz y los coloquios de Ehrenfest. Ahora bien, no cabe duda de que en aquella época en Leiden el cuanto era uno de los temas más tratados (Ehrenfest, en particular, fue uno de los primeros físicos en comprender, y aceptar, las radicales consecuencias de las hipótesis cuánticas).

Palacios, antiguo estudiante de Terradas, recordémoslo, no perdió tiempo en dar publicidad a la física cuántica. El 9 de septiembre de 1919 presentó una comunicación, firmada con Crommelin y titulada "Sobre el estado superconductor de los metales", al Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebrado en Bilbao. Tras exponer los resultados experimentales pasaba a discutir la teoría de Drude referente a la conductividad eléctrica de los metales, señalando que ésta y otras teorías análogas no eran capaces, ni aún cualitativamente, de explicar la desaparición de la resistencia de los metales a la temperatura del helio, y continuaba:

"Para resolver esta y otras dificultades, se ha tratado de relacionar la teoría de la conductividad eléctrica con la célebre teoría de los cuantos de Planck."

Daba cuenta después de las primeras teorías que, basadas en consideraciones semiempíricas, semiteóricas, y guiadas por la analogía existente entre el comportamiento del calor específico y de las resistencias de los metales a bajas temperaturas, habían elaborado Nernst, Lindemann, el propio Kamerlingh Onnes y Wien. Exponía también la teoría de J.J. Thomson y terminaba su conferencia con este acertado comentario:

“El hacer una elección entre todas estas teorías, es, por ahora, imposible, y se siente verdadero desaliento al ver cómo en todas ellas existen dificultades insuperables. Un hecho resulta, sin embargo, y es que, lo mismo que en otras regiones de la física, la misteriosa teoría de los quanta parece ser la llamada a allanar todos los obstáculos (excepto los que se refieren a ella misma).”

5. CONCLUSIONES

Aun a riesgo de efectuar un corte demasiado brusco vamos a terminar nuestra narración aquí, justo en el momento en el que iba a comenzar una década que vería cambios cualitativamente significativos. Una década en la que se establecerían una serie, no muy numerosa, cierto es, de contactos internacionales que darían mayor solidez a la física española. Si se quiere resumir la situación existente hasta entonces habría que mencionar los siguientes puntos:

- La penetración en España, vía extractos o puestas a punto, de la avalancha de artículos cuánticos publicados en Europa y América durante la segunda década del siglo, no deja lugar a dudas sobre la validez de las hipótesis cuánticas, que rápidamente van extendiendo su aplicación a distintos campos de la física. Existe, no obstante, conciencia de los problemas internos que la propia teoría tenía planteados.

- El grupo de espectroscopistas del Laboratorio de Investigaciones Físicas va consolidándose, aunque su labor sea puramente experimental y sus conexiones internacionales escasas o nulas.

- Tan sólo en los trabajos de Blas Cabrera aparecen, junto a sus resultados experimentales, referencias a las hipótesis teóricas basadas en la teoría de los cuantos que pueden explicar sus resultados experimentales.

- Blas Cabrera, a través de sus artículos y conferencias, toma el relevo de Terradas y se convierte en el principal difusor en España de la teoría cuántica, especialmente del modelo atómico de Bohr.

NOTAS

1. El tratamiento de Terradas y la teoría cuántica repite en gran parte lo ya discutido en A. Roca, “L’Impacte de la Hipòtesi Quàntica a Catalunya” en *El científico español ante su Historia*, S. Garma, ed., págs. 383-387 (Diputación provincial de Madrid 1980).

2. También existieron unas "Notas alemanas de química" debidas asimismo a Mecklenburg. El origen de estas notas se puede trazar (ver A. Moreno, "La Real Sociedad Española de Física y Química y sus 'Notas de Enseñanza'" en *Didáctica de la Física y la Química*, Simposio celebrado con motivo del 75 Aniversario de la Real Sociedad Española de Física y Química [INCIE, Madrid 1979], págs. 137-144) a través de una comunicación aparecida en los propios *Anales* (26-3-1905): "Se acuerda que para aumentar el interés de los *Anales*, desde el número correspondiente a esta sesión, se publicará un resumen de los trabajos de Física o Química más importantes y recientes efectuados en Alemania. Se encargará de ello el distinguido químico alemán Sr. Mecklenburg, a quién la Sociedad en general y cada socio en particular tiene que agradecer la publicidad que da constantemente en su país a los trabajos insertos en *Anales*." Las "Notas alemanas" fueron un vehículo muy importante de comunicación con Alemania. Se publicaron casi 300.
3. *Actas del Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias* (Zaragoza, 1908).
4. T.S. Kuhn, *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica, 1892-1912* (Alianza, Madrid 1980), pág. 229.
5. Kuhn, *op. cit.* pág. 228.
6. J. Palacios, "Terradas, físico", en *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*, (Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid 1951).
7. J.M. Sánchez Ron, "Documentos para una historia de la física moderna en España: Arnold Sommerfeld, Miguel Angel Catalán, Angel del Campo y Blas Cabrera", *Llull* 5, 97-109 (1983).
8. Para una discusión de este trabajo de Einstein véase, J.M. Sánchez Ron, *El origen y desarrollo de la relatividad* (Alianza, Madrid 1983), capítulo 7.
9. La desaparición fue voluntad de Mecklenburg, quien agobiado por otras obligaciones pidió repetidamente que se le relevara de esta misión.
10. Esta lista se encuentra en el volumen titulado *En el centenario de Blas Cabrera*, págs. 607-623 (Universidad Internacional de Canarias "Pérez Galdós", s.f.).
11. En los congresos de Valencia (1910) y Granada (1911) no se hizo referencia alguna a las hipótesis cuánticas.
12. B. Cabrera en *Estado actual, método y problemas de la ciencia* (Ateneo de Madrid 1916).
13. C.A. Crommelin, J. Palacios, H. Kamerlingh Onnes, "Isothermen van eenatomige stoffen in hunne binaire mengsels. XIX. Isothermen van neon van + 20°C. Tot - 217°C", *Natuurkunde* (29 Junio 1918). Este artículo se publicó también traducido al inglés y al castellano.

ALGUNS ASPECTES PRESSUPOSTARIS DE LA POLÍTICA CULTURAL DE LA MANCOMUNITAT DE CATALUNYA EN MATÈRIA DE RECERCA CIENTÍFICA 1914-1925

per

JOSEP M. TURA I SOTERAS

1. INTRODUCCIÓ

És per a mi una satisfacció de poder exposar davant un auditori d'especialistes en història de la ciència un tema que em sembla d'interès en la política científica de la Catalunya contemporània: la continuïtat que demostrà la Mancomunitat de Catalunya en el suport a l'Institut d'Estudis Catalans durant el seu període de vigència entre el 1914 i el 1925. La continuïtat en una línia d'acció política com aquesta no deixa de sorprendre en un país com el nostre, on la recerca ha estat tradicionalment oblidada, dotada de pocs recursos i dispersa entre diversos departaments governamentals.

Com hom sap prou bé, no hi ha possibilitat de desenvolupar una política en general ni una política científica, en particular, sense poder disposar d'un pressupost consolidat, és a dir, de periodicitat anual; per això he cregut que pot tenir una certa utilitat l'estudi dels recursos atorgats per la Mancomunitat a l'Institut d'Estudis Catalans (IEC). Hi ha una àmplia bibliografia sobre la fundació de l'IEC per part de la Diputació de Barcelona l'any 1907^{1, 2, 3} i sobre el seu desenvolupament posterior.^{4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} No insistiré sobre aquest punt, i en atenció als congressistes estrangers diré només que l'Institut és "mutatis mutandis" i salvant les distàncies, l'equivalent català de l'Institut de France i que, segons els seus acords fundacionals, és "una corporació acadèmica destinada a la investigació científica superior, principalment de tots els elements de la cultura catalana". El fet que, ultra les activitats acadèmiques portades a cap per les Seccions, l'Institut compti amb Centres de Recerca propis o compartits amb altres institucions i amb Societats

filials¹⁰ fa que la seva organització sigui més semblant a la de les acadèmies de l'est europeu que no pas a les acadèmies occidentals. L'IEC ha estat, per als científics catalans, el camí natural de col·laboració en programes de recerca, tant nacionals com internacionals. L'Institut procurà des de l'inici de les seves activitats d'establir una bona xarxa de relacions internacionals. En l'àrea de les humanitats cal indicar que és membre de la Union Académique Internationale des del 1922. En el camp de les ciències i, només a títol d'exemple, participà activament fins el 1939 en les tasques del Comitè Meteorològic Internacional. Dins la temàtica específica que tractem en aquestes Jornades, l'any 1926 intervingué en la creació de la Comissió Internacional de Ciències Històriques i l'any 1950 participà en la reorganització de l'Associació Espanyola de Ciències Històriques.

Per tal de copsar l'esperit que impregnava la Mancomunitat en el seu esforç per a refer el país i poder apreciar la situació en què Catalunya es trobava en aquells moments, transcrivim un fragment del Missatge del President Josep Puig i Cadafalch dins la publicació "L'obra realitzada".¹¹

"Catalunya és una zona d'Europa devastada.

Hem d'emprendre la restauració del país amb l'activitat dels països devastats. El nostre no ho ha estat per la guerra actual, però ho és pels mals governs i pels governs indiferents i hostils. No oblidem que en documents de les darreries del segle XIX, en documents oficials, les Institucions de l'Estat al·legaven el dret de conquesta sobre Catalunya. Tenim encara com un govern d'ocupació. A les terres devastades han desaparegut tots els serveis públics: aquí podem dir que no hem tingut mai altra cosa que la que hem fet fet amb les pròpies mans. No podem anomenar serveis d'obres públiques les faixes de terreny fangoses i ericades de muntanyes que creuen el país. No podem dir escoles aqueixos llocs vergonyosos on la infància aprèn, amb cantarella inútil, explicada amb llenguatge que no entén, el que la bona voluntat del mestre vol ensenyar. No podem dir Universitat els llocs on es recita per repetidors la ciència que s'elabora lluny, ben lluny!, on es migren qualques savis solitaris abandonats, sense mitjans d'estudi i sense estris de treball. Una gran part del país no té ni ferrocarrils ni camins, ni altra acció de l'Estat que la parella de guàrdies civils o l'agent d'apremi que s'incauta de la finca abandonada. Una part de Catalunya no té més accés que per França. Ni tan sols coneixem el país geogràficament, que l'Estat no ha tingut temps de fer un mapa geogràfic.

Tots els pobles tenen jornades històriques de llur reconstrucció estatal. No les trobareu, a Espanya, amb relació a Catalunya, les que foren per a França grans jornades de Lluís XIV i de Napoleó."

Davant aquesta situació tan poc engrescadora, l'objectiu primordial dels homes de la Lliga Regionalista, —partit llavors majoritari a Catalunya— fou assolir la unificació administrativa del país. El President de la Diputació de Barcelona, Enric Prat de la Riba, influí perquè en el projecte d'Adminis-

tració Local que elaborà el Govern Maura l'any 1908 fos prevista la possibilitat de constituir Mancomunitats. Després de moltes dificultats i de negociacions interminables, el Reial decret de 19 de desembre de 1913 permeté la creació de la Mancomunitat de Catalunya.

Pel que respecta a la política científica, el que queda molt clar en el pensament i en l'acció de Prat de la Riba és la decidida voluntat de potenciar una institució científica amb personalitat pròpia, és a dir, a renunciar des del Govern a dur a terme una acció intervencionista o dirigista en aquest camp. En una publicació oficial de la Mancomunitat de Catalunya de l'any 1920 podem llegir:

"L'Institut d'Estudis Catalans és i convé que resti l'organisme central màxim de la vida acadèmica del país. Al seu costat, la Biblioteca de Catalunya compleix una funció essencial i permanent. Aquests centres, la característica dels quals és ésser autònoms, han restat en un nivell de subvenció limitada mesquí, per a allò que exigien les necessitats de la nostra renaixença de cultura i amb una estretor avui encara accentuada per l'encariment dels elements materials necessaris a llur actuació. Però l'amplitud que hom pogués desitjar en el subveniment d'aquestes institucions és de límits infinits. Podríem de moment renunciar a presentar-nos el problema i acudir a l'auxili de l'Institut, incloent en el nostre Pressupost quantitats per a la publicació del Diccionari Literari, i de les relacions i estudis dels resultats aconseguits en les exploracions i en les campanyes prehistòriques i arqueològiques i per a la publicació de l'Atlas Lingüístic..."¹¹

2. ESTUDI PRESSUPOSTARI

Per a fer-nos una idea del montant pressupostari atorgat per la Mancomunitat a l'IEC, hem adoptat el criteri de convertir les pessetes del període comprès entre 1914 i 1925 en pessetes del 1987, segons l'índex ponderat de preus al major elaborat per l'Institut Nacional d'Estadística i segons la comparança de sous cobrats pel personal. Els fons bibliogràfics que hem utilitzat són els Pressupostos Ordinaris de la Diputació de Barcelona i de la Mancomunitat de Catalunya d'aquells anys. En aquests pressupostos apareixen partides genèriques atorgades a les tres Seccions de l'Institut llavors existents, la Secció Històrico-Arqueològica, fundada l'any 1907, i les Seccions de Ciències i Filològica, fundades l'any 1911. Tal com hom pot observar a la Figura 1, la quantitat concedida fou la mateixa per a cadascuna de les Seccions (25.000 ptes) i romangué inalterable durant el període estudiat. Hom pot apreciar la devaluació de la moneda en aquell període, provocada tant pels efectes de la Primera Guerra Mundial com per la inflació interna.

La Figura 2 mostra les subvencions atorgades per a dur a terme Congressos científics, Missions científiques i per a becar estudiants catalans a l'estranger, activitats aquestes que l'IEC emprangué des de la seva fundació.

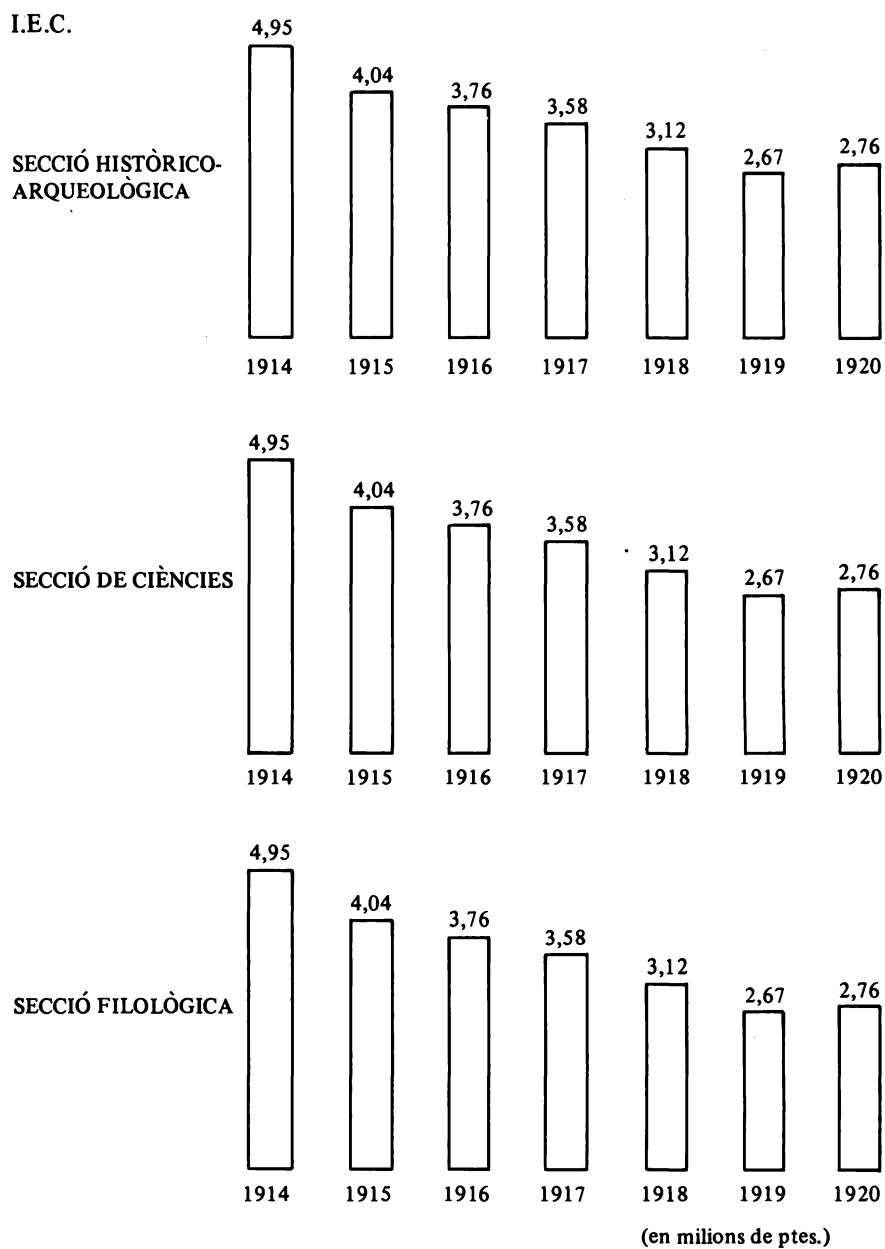


Fig. 1. Subvencions concedides a les Seccions de l'IEC en el període 1914-1930, en pessetes del 1987.

SUBVENCIONS

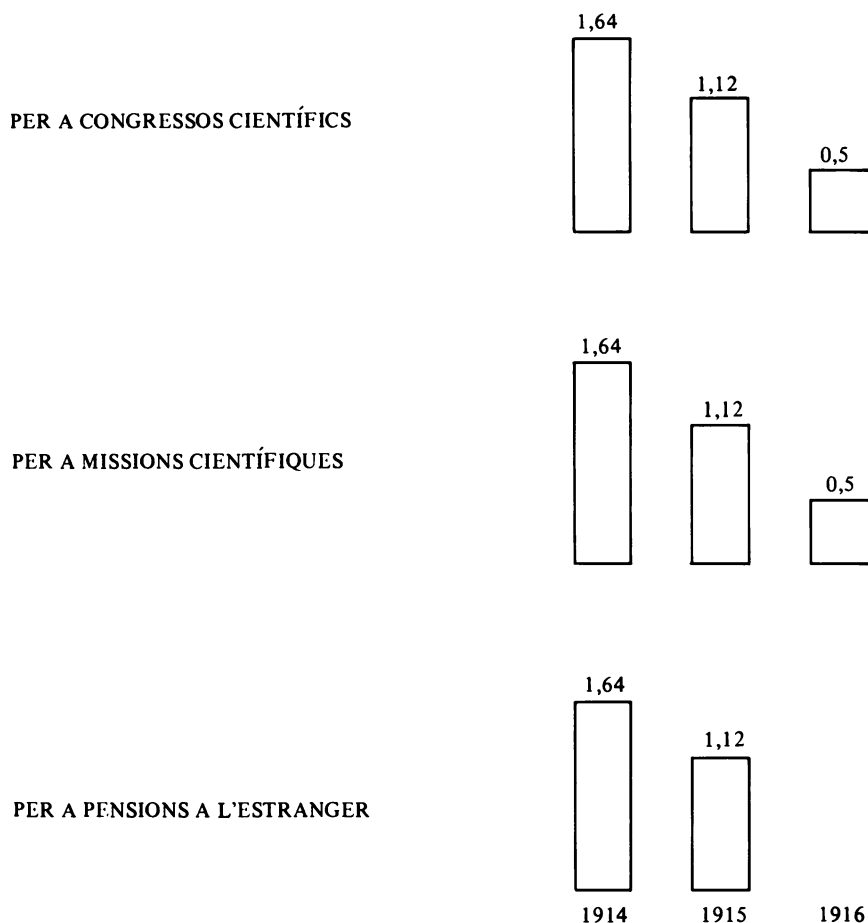


Fig. 2. Activitats puntuals subvencionades per l'IEC durant el trienni 1914-1916.

Quan la Diputació de Barcelona i més tard la Mancomunitat creia oportú actuar en una activitat científica determinada, consultava en cada cas la Secció de l'IEC corresponent respecte al procediment a adoptar per a exercir a Catalunya una acció destinada a canviar la situació en aquell camp i intentar de millorar-la. La Secció de l'IEC elaborava una Memòria on s'assenyalaven les orientacions i bases fonamentals del Servei a crear. En el supòsit que aquesta Memòria fos aprovada pels poders públics catalans abans esmentats, el Servei era creat i dotat pressupostàriament.

3. SERVEIS CONFIATS A LA SECCIÓ HISTÒRICO-ARQUEOLÒGICA

3.1. Servei de Conservació i Catalogació de Monuments

Aquest Servei fou fundat l'any 1914 per la Diputació de Barcelona i fou adscrit a l'IEC. Els seus objectius principals foren els següents: 1) Mantenir en bon estat el patrimoni artístic nacional. 2) Evitar restauracions inconvenients i incontrolades. 3) Facilitar els estudis històrico-arqueològics. 4) Preparar lleis protectores que evitessin l'exportació de peces d'art. 5) Publicar l'inventari de l'art català amb reproduccions gràfiques. La memòria dels treballs duts a terme per aquest Servei es troba detallada, principalment, a l'Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans.⁴ El seu director fou l'arquitecte Jeroni Martorell. L'estudi dels pressupostos destinats a l'IEC en aquella època ens ha permès de determinar les partides de la Figura 3a, destinades al personal del Servei, així com les consignacions destinades a una de les missions del Servei, l'exploració d'estacions prehistòriques, ibèriques i romanes (Figura 3b).



Fig. 3a. Retribucions a personal.

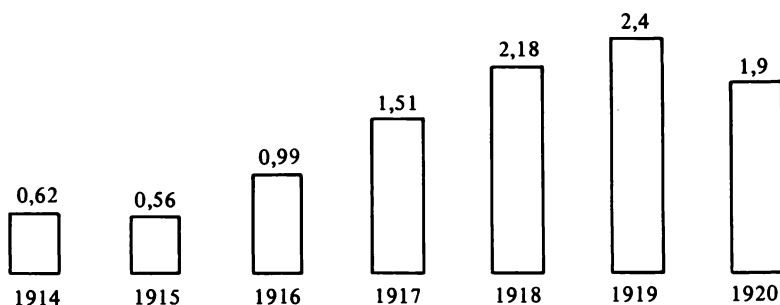


Fig. 3b. Subvencions per a les exploracions.

Fig. 3. Subvencions per a l'exploració d'estacions prehistòriques a càrrec de la Secció Històrico-Arqueològica.

3.2. Servei d'Excavacions

Aquest Servei fou creat per la Mancomunitat de Catalunya l'any 1915, i la seva missió fou de recollir els materials destinats al Museu Arqueològic de Catalunya. Dugué a terme exploracions arqueològiques, principalment al Principat de Catalunya i a Mallorca. En fou nomenat director Pere Bosch i Gimpera. En el pressupost de la Mancomunitat de l'any 1920 apareixen detallades, en milions de ptes., les partides destinades a les activitats pròpies de la Secció Històrico-Arqueològica (Taula Núm. 1).

Taula Núm. 1

Exploracions prehistòriques i romanes	1,9
Conservació d'arxius i biblioteques històriques	0,27
Publicació de documents i inscripcions	1,1
Servei de Conservació i Catalogació de Monuments	1,54
Catalogació i foment de museus públics locals	0,28

4. SERVEIS CONFIATS A LA SECCIÓ FILOLÒGICA

En els pressupostos oficials de la Diputació de Barcelona i de la Mancomunitat apareixen anualment partides destinades a "subvencions per a formar el Diccionari de la Llengua Catalana" (Figura 4). Aquests fons anaven destinats principalment al manteniment de les *Oficines del Diccionari General de la Llengua Catalana*, les quals, amb el nom d'Oficines Lexicogràfiques, foren creades l'any 1912 per la Secció Filològica. El seu director fou Pompeu Fabra.



Fig. 4. Subvencions per a formar el Diccionari de la Llengua Catalana (en milions de ptes.).

Des dels inicis de les seves activitats l'IEC mostrà un gran interès a investigar el català en els diversos territoris de l'antiga corona catalano-aragonesa on s'expansionà el nostre idioma. Aquesta tasca era indispensable per a poder editar el Diccionari General de la Llengua Catalana. La Figura 5 mostra les partides destinades a aquestes activitats el quinquenni 1916-1920.

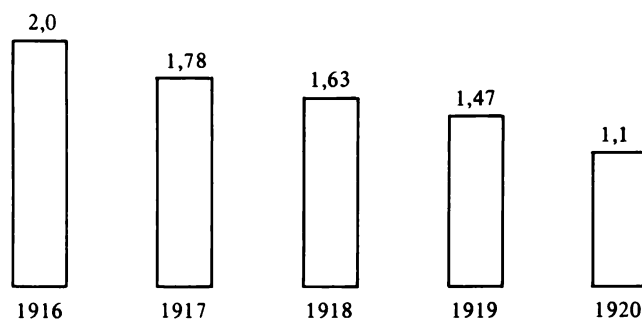


Fig. 5. Subvencions per a organitzar investigacions i missions científiques en altres territoris de llengua catalana (en milions de ptes.).

L'any 1916 la Secció Filològica creà el *Laboratori de Fonètica Experimental* i en nomenà director Pere Barnils. En el pressupost del 1918 apareix una partida destinada a aquest Laboratori amb una subvenció de 385.000 ptes. (en ptes de 1987) amb càrrec a l'Emprèstit (consignació per a subvencions culturals, Laboratoris i Seminaris). A tenor d'allò que disposava la Reial Ordre de 14 de desembre del 1916, hom no podia aplicar aquest tipus de crèdits sense l'autorització prèvia del Ministeri d'Instrucció Pública i Belles Arts. En el pressupost del 1920 apareixen com a partides específiques: a) una subvenció de 329.000 ptes. destinades a les Oficines de Revisió d'Originals i formació de correctors de proves, i b) una subvenció destinada a l'Atlas Lingüístic, amb un total de 884.000 ptes. L'any 1921 l'IEC creà les *Oficines de Toponímia i Onomàstica*, destinades a recollir material sobre aquests temes. En fou director Josep M. Casacuberta. La Mancomunitat de Catalunya aprovà l'acció de l'Institut i consignà a partir del 1922 una subvenció anual de 329.000 ptes per al funcionament del nou Servei.

5. SERVEIS ENCOMANATS A LA SECCIÓ DE CIÈNCIES

5.1. Servei del Mapa Geològic

Aquest Servei només restà en mans de l'Institut durant breus períodes de temps. En retirar-se de les seves activitats científiques el Dr. Jaume Al-

mera l'any 1915, la Secció de Ciències es féu càrrec del Servei del Mapa i n'encarregà la continuació al Dr. Marià Faura i Sans. L'any 1918 aquest Servei passà a dependre de la Junta de Ciències Naturals. L'any 1920 la Mancomunitat assumí les competències de totes les Diputacions catalanes i decidí convertir el Mapa Geològic, fins llavors només provincial, en mancomunal, estenent-lo a tot Catalunya. La realització del treball fou encarregada al cartògraf del cos d'enginyers militars Sr. Josep de la Rivera.

5.2. *Servei del Mapa Geogràfic*

Davant l'estat de descurança en què el país es trobava en els camps de la Geografia i de la Cartografia, ja que no existia un mapa geogràfic similar als de les nacions europees veïnes, la Secció de Ciències proposà a la Mancomunitat la creació del Servei del Mapa Geogràfic o Servei Geogràfic de Catalunya. El Servei fou creat l'any 1915. Segons la memòria fundacional, "Aquest Servei té per objecte la realització dels treballs preparatoris de la confecció del Mapa Geogràfic de Catalunya, formant-ne un de provisional a escala 1:100.000, valent-se de totes les publicacions, treballs cartogràfics i altres de similars referents a la nostra terra que es puguin recollir dels executats fins avui pels diferents organismes tècnics de l'Estat, de les Diputacions i dels Municipis i pels particulars."

5.3. *Servei Tècnic del Paludisme, després d'Estudis Sanitaris*

En resposta a un informe de la Secció de Ciències de l'Institut, la Mancomunitat de Catalunya, amb data de 30 de juliol de 1915, prengué l'acord següent: "Encomanar a l'Institut de Ciències (nom llavors atorgat a la dita Secció) l'estudi científic del paludisme a Catalunya i l'establiment d'estadístiques amb vistes a la delimitació i declaració de zones palúdiques, com a tràmit previ de l'acció sanitària a emprendre per a combatre'l. L'IEC nomenà el Dr. Gustau Pittaluga, director del Servei. La Figura 6 mostra els pressupostos concedits per la Mancomunitat a aquest Servei durant el quadrienni 1915-1918. Les primeres campanyes dutes a terme per aquest departament foren recollides als Treballs del Servei Tècnic del Paludisme, 1915-1916.¹² El Servei deixà de funcionar a les ordres de l'Institut en ésser traspassats els serveis de les Diputacions catalanes a la Mancomunitat l'any 1920, data en què aquesta corporació va formalitzar un Servei de Sanitat presidit pel President de la Mancomunitat de Catalunya.

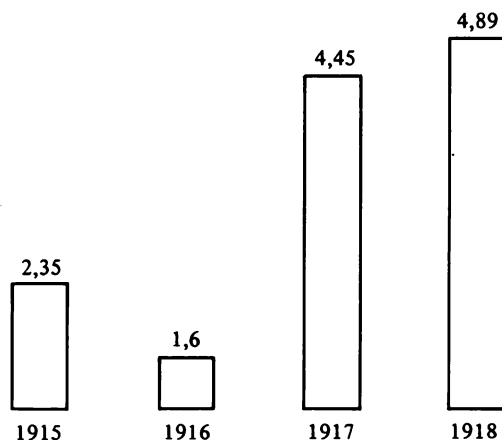


Fig. 6. Subvencions concedides al Servei Tècnic del Paludisme entre el 1915 i el 1918 (en milions de ptes.).

5.4. Estació Aerològica, després Servei Meteorològic de Catalunya

Aquesta Estació fou creada per la Secció de Ciències a una proposta d'Eduard Fonserè el 1913. La conversió en Servei Meteorològic sota el control de la Secció de Ciències fou acordada per la Mancomunitat de Catalunya el 31 de març de 1921. Des dels primers moments de les seves activitats, l'Estació Aerològica establí contactes internacionals, a través de la Comissió Internacional per a l'Aerostació Científica, i, més tard, a través de l'Organització Meteorològica Internacional (OMI).

La Figura 7 mostra el desenvolupament pressupostari del Servei.

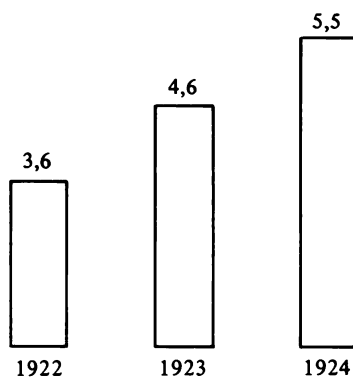


Fig. 7. Pressupost del Servei Meteorològic de Catalunya durant el trienni 1922-1924 (en milions de ptes.).

5.5. Seminari-Laboratori de Fisiologia, després Institut de Fisiologia

L'Institut o Seminari de Fisiologia normal i patològica fou una institució consagrada a la investigació científica en tota llei de qüestions d'ambdues modalitats de la Fisiologia. En una primera Memòria adreçada al primer President de la Mancomunitat, hom posa èmfasi en la forta tradició que hi ha a Catalunya en el camp de la Biologia experimental.¹³ El científic que impulsà aquesta iniciativa, August Pi Sunyer, pretengué que aquest centre seguís el model de l'Institut de Fisiologia de Frankfurt o bé de l'Institut de Fisiologia de Lovaina. Malgrat que la Diputació de Barcelona ja concedí una subvenció per al nou Laboratori l'any 1919, no fou fins el 8 de juliol de 1920 que el Consell permanent aprovà la creació d'un Seminari-Laboratori de Fisiologia (després Institut de Fisiologia) sota la direcció científica de l'Institut d'Estudis Catalans. El nou centre fou instal·lat a la Facultat de Medicina de Barcelona.¹⁴ Els pressupostos atorgats en el bienni 1919-1929 apareixen a la Figura 8. També foren previstes partides destinades al sou d'un director, un sots-director i un ajudant (Figura 9).

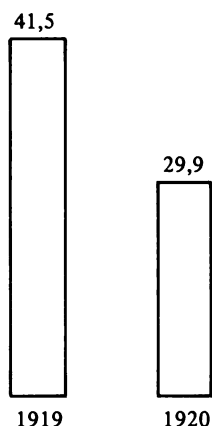


Fig. 8. Institut de Fisiologia. Subvencions en milions de ptes.

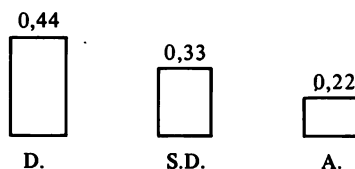


Fig. 9. Institut de Fisiologia. Sous del Director (D.), Sots-director (S.D.) i Assistent (A.). En milions de ptes.

5.6. Societats filials de la Secció de Ciències

A partir del 1912 i amb la finalitat de fer possible la incorporació d'amplis nuclis d'investigadors a les seves empreses científiques, l'Institut anà creant una sèrie de Societats filials.¹⁵ Hom ha pogut identificar partides específiques destinades a subvenir a les activitats de la Institució Catalana d'Història Natural (Figura 10) i de la Societat Catalana de Biologia (llavors anomenada Societat de Biologia de Barcelona) (Figura 11).

INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL

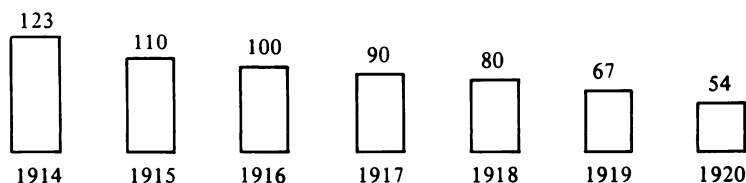


Fig. 10. Pressupostos de la Institució Catalana d'Història Natural (en milers de ptes.).

SOCIETAT DE BIOLOGIA DE BARCELONA (SOCIETAT CATALANA DE BIOLOGIA)

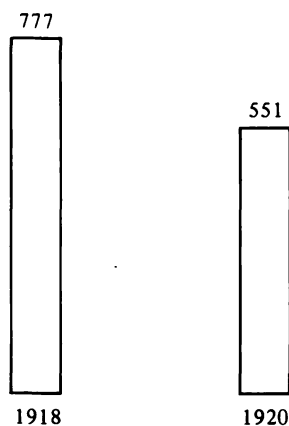


Fig. 11. Pressupostos de la Societat Catalana de Biologia (en milers de ptes.).

6. ESCOLA ESPANYOLA DE ROMA

L'Institut d'Estudis Catalans cooperà l'any 1910 amb la "Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas" de Madrid en la creació de l'Escola Espanyola de Roma. Aquesta Escola era destinada a promoure els estudis històrics i arqueològics a la capital de l'antic Imperi romà. Amb aquesta finalitat hom habilità un dels edificis espanyols de Roma. Nombrosos estudiants catalans aprofitaren aquesta iniciativa per ampliar estudis en aquestes especialitats. Josep Pijoan, Secretari General de l'Institut, tingué una participació molt activa en aquesta operació conjunta amb els homes de la Institución Libre de Enseñanza. L'any 1920 apareix una partida específica destinada a l'Escola (Figura 12).

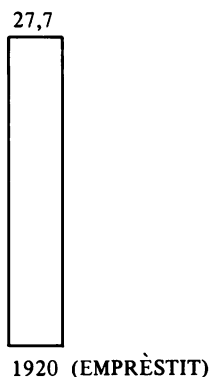


Fig. 12. Subvenció destinada a les activitats de l'Escola Espanyola de Roma (en milions de ptes.).

7. BIBLIOTECA DE CATALUNYA

Una vella aspiració catalana era de poder disposar d'una Biblioteca Nacional. L'Institut d'Estudis Catalans féu seu des de bon començament aquest anhel i així ho exposà a l'alcalde de Barcelona en una Memòria que li fou lliurada el 7 de novembre de 1907, la qual començava així: "Excm. Sr.: És una antiga esperança d'aquesta terra, la fundació a Barcelona d'una Biblioteca Catalana. El nostre poble, quasi despulat avui, recorda encara orgullósament les seves perdudes riqueses literàries. Un rei d'Aragó acabava les campanyes amb el canvi d'un llibre; un altre Rei moria deixant com a principal obra seva l'inventari nombrós de la Biblioteca palatina..."¹⁶ L'Institut anà aplegant nombrosos llibres a partir de la seva fundació, i prengué l'acord, l'any 1914, d'obrir la seva biblioteca als estudiosos, sota el nom de Biblioteca de Catalunya. La Biblioteca fou regida per un Patronat format

per representants de l'Institut, de la Diputació i de l'Ajuntament de Barcelona, així com dels principals donadors de llibres. La Figura 13 indica els pressupostos destinats a la Biblioteca per la Diputació de Barcelona i la Mancomunitat de Catalunya entre 1915 i 1920.

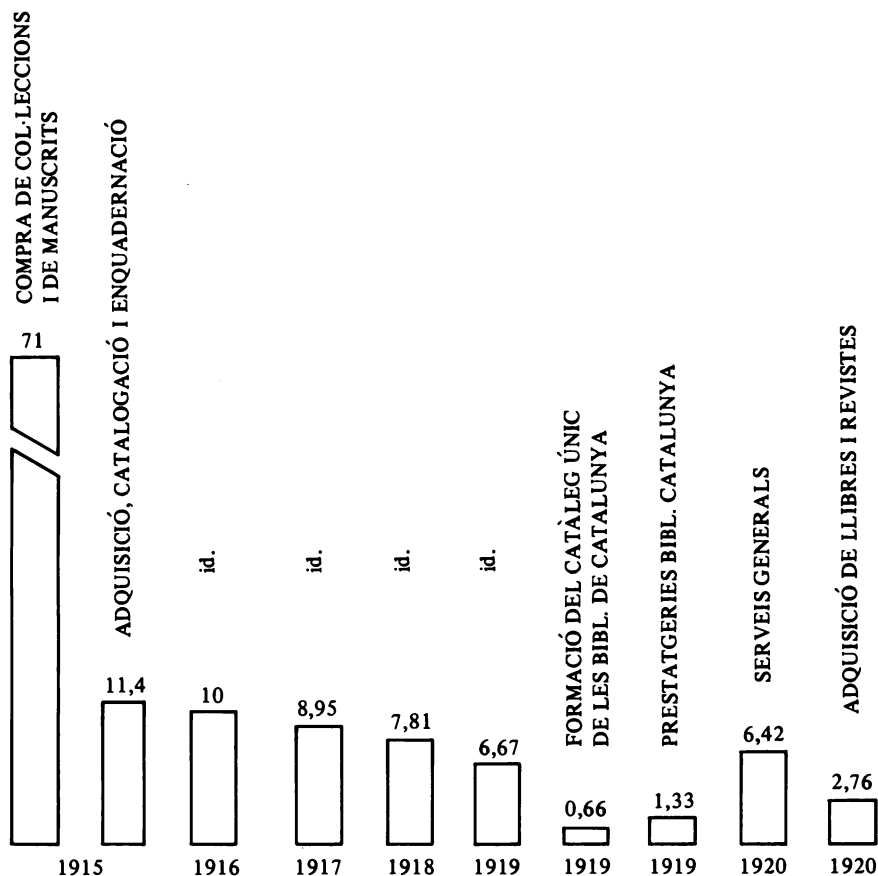


Fig. 13. Institut d'Estudis Catalans. Biblioteca de Catalunya. Pressupostos entre el 1915 i el 1920 (en milions de ptes.).

8. DICTADURA DE MIGUEL PRIMO DE RIVERA

El dia 13 de setembre de 1923 el General Primo de Rivera inicià la seva rebel·lió, segons digué, "per salvar el país dels professionals de la política". Fou suprimida la Mancomunitat, i la Diputació de Barcelona eliminà les subvencions a l'Institut dels seus pressupostos. Els diversos Serveis creats

per l'IEC foren posats a càrrec d'un anomenat "Instituto Superior de Estudios". Tot i això, i amb moltes dificultats, l'Institut pogué continuar les seves activitats des de la clandestinitat, gràcies al mecenatge de Rafael Patxot i de Francesc Cambó, entre d'altres.

9. RETORN DELS SERVEIS DE L'INSTITUT PER PART DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA

Poc abans de la proclamació de la Segona República, la Diputació de Barcelona prengué dos acords destinats a retornar els Serveis incautats per la Dictadura. Aquests acords que honoren el llavors President Sr. Joan Maluquer i Viladot, permeteren a l'IEC de poder tornar a la desitjada normalitat en les seves activitats científiques. D'altra banda, des del punt de vista pressupostari, aquesta acció possibilità la inclusió de l'Institut dins els pressupostos de la Generalitat republicana sense cap mena de problemes, ja que l'IEC figurava allí com a "Institució autònoma subvencionada" i els seus Serveis foren dotats convenientment.

Primer acord

Acord de la Comissió Provincial permanent de la Diputació de Barcelona, sessió 22 d'abril de 1930. B.O. de la Prov. de Barcelona, 11 de juliol de 1930.

"Disponer de la consignación del presupuesto de gastos del capítulo 10, artículo 10, partida 807 "para gastos del Instituto Superior de Estudios", entidad que no ha llegado a tener existencia más que en su denominación con la cual se trató de suplantar el título del "Institut d'Estudis Catalans", que es y ha sido siempre la única Institución Superior de Estudios creada y patrocinada por la Corporación provincial; y en su consecuencia, que el importe de 7.000 ptas. que resultan disponibles de dicha partida una vez reducida la parte destinada al pago del haber del portero guardián, sean libradas a favor del I.E.C. para atender a los gastos de su sostenimiento; y dirigir atenta comunicación al I.E.C. para que se sirva informar si estaría dispuesto a encargarse, y con qué condiciones, de la dirección científica y administrativa de los servicios encomendados a las Secciones siguientes del presupuesto de instrucción pública de nuestra corporación:

- a) Servicio de Investigaciones Filológicas
- b) Servicio Meteorológico
- c) Instituto Geológico y Topográfico
- d) Instituto de Fisiología
- e) Monumentos artísticos e históricos
- f) Servicio de Catalogación y Conservación de Monumentos; y además de los servicios propios de la Sección Cartográfica perteneciente al presupuesto de Obras Públicas y Servicios Provinciales."

Segon acord

Acord de la Comissió Provincial permanent de la Diputació de Barcelona, sessió 2 de juliol de 1930. B.O. de la Prov. de Barcelona, 10 d'octubre de 1930.

“Disponer que el I.E.C. tendrá por objeto la superior investigación científica, y principalmente de todos los elementos de la cultura catalana. Sólo tratándose de publicaciones de carácter periódico se podrán admitir trabajos de autores no catalanes en la lengua propia; que el I.E.C. tendrá capacidad jurídica para reformar los propios estatutos sin modificar el acuerdo anterior, aumentar o disminuir el número de sus Secciones y de sus miembros, fijar su domicilio, crear Escuelas o casas filiales en Cataluña o fuera de ella, adquirir bienes de toda clase a título oneroso o gratuito, obligarse por contrato con terceras personas públicas o privadas, y disponer de sus recursos de la manera que crea conveniente a los fines de cultura que le son propios, sin perjuicio de cumplir las condiciones tocantes al rendimiento de cuentas que le pongan las Diputaciones, Ayuntamientos y otras entidades o particulares que lo subvencionen o hagan donativos.

Disponer que se reintegre al I.E.C. el *Servicio de Investigaciones Filológicas*, como dependencia de la “Secció Filològica”, la cual cuidará oportunamente de reorganizar este Servicio; que el *Servicio Meteorológico* será organizado íntegramente por la Diputación, según su estatuto de fundación, respetando, de todas maneras, la situación creada al personal actual; confía al I.E.C. el estudio de la reorganización total del “*Institut Geològic i Topogràfic*”, disponer que el *Instituto de Fisiología* será organizado íntegramente, según su estatuto de fundación, por la Diputación, y habida cuenta que la Diputación dictatorial se incautó del capital fundacional de este Instituto de Fisiología, e incluyó, en cambio, en sus presupuestos, las cantidades necesarias para su funcionamiento, acordar que interinamente se reponga el capital fundacional, sean mantenidas en los presupuestos de la Diputación las cantidades que en la actualidad figuran, y aunque teniendo en cuenta que estas cantidades representan un total superior a lo que producía el capital de fundación y que el Instituto de Fisiología ha incrementado sus trabajos en relación con este aumento, acuerda asimismo, que, al ser reintegrado el referido capital, o bien se ampliará en aquello que sea necesario para que su producto iguale al total de las consignaciones actuales o bien estas consignaciones serán mantenidas, en cuanto sea necesario, para salvar esta diferencia.

Devolver al Institut el *Servicio de Monumentos Artísticos y Históricos* y el de *Conservación y Catalogación de Monumentos*, como dependencias de la “Secció Històrico-Arqueològica”, respetando al personal los derechos que puedan acreditar. Traspasar al Institut d'Estudis Catalans los servicios propios de la *Sección Cartográfica*, como dependencia de la Secció Històrico-Arqueològica, respetando, de todas maneras, la situación creada al personal actual; disponer que los remanentes de consignaciones que figuran en el presupuesto en partidas afectadas por los acuerdos que preceden, y que con referencia a los cuales no haya compromiso contraído especialmente por la Comisión Provincial permanente sean transferidas a la partida 807 del presupuesto vigente “Gastos del Instituto Superior de Estudios”, y que hoy debe entenderse a favor del I.E.C., satisfaciéndose dichas cantidades al indicado Institut

en concepto de subvención y formalizándose, por la Comisión Provincial permanente, la correspondiente transferencia de crédito, comunicándose los anteriores acuerdos al I.E.C. y a la intervención de la Diputación, y dándose cuenta al pleno de la próxima reunión que celebre”.

BIBLIOGRAFIA

1. Institut d'Estudis Catalans: *Dictamen acord de constitució*. Barcelona 1907.
2. Institut d'Estudis Catalans: *Creació, les noves seccions, reglament*. Barcelona 1911.
3. Alexandre Galí: *Història de les institucions i del moviment cultural a Catalunya. 1900-1936*. Llibre XVII, *Institut d'Estudis Catalans*. Fundació A. Galí, Barcelona 1986.
4. Institut d'Estudis Catalans: *Anuari 1907-1936*, 8 volums.
5. Institut d'Estudis Catalans: *Els seus primers vint-i-cint anys*. Barcelona 1935.
6. Institut d'Estudis Catalans: *Memòries del Secretari general, 1914 a 1936-37*.
7. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 1952.
8. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 1953.
9. Institut d'Estudis Catalans: *Memòria d'Activitats octubre de 1982 - desembre de 1983*, Barcelona 1984.
10. Institut d'Estudis Catalans: *Memòria d'Activitats 1984*, Barcelona 1986.
11. Mancomunitat de Catalunya: *L'Obra Realitzada*, 3 volums, Barcelona 1923.
12. *Treballs del Servei Tècnic del Paludisme, 1915-1916*. Institut d'Estudis Catalans, Secció de Ciències.
13. Alexandre Galí: *Història de les institucions i del moviment cultural a Catalunya, 1900-1936*. Llibre IX. *Ensenyament universitari*. Fundació A. Galí, Barcelona 1983.
14. Josep M. Tura: “Algunes realitzacions de la política científica de l'Institut d'Estudis Catalans, durant la Generalitat dels anys trenta”, *Butlletí de la Societat Catalana de Ciències*, Segona època, vol I, núm. 2, pàgs. 65-73 (1977).
15. Josep M. Tura: “Las filials de ciències de l'Institut d'Estudis Catalans”, *Arxius de la Secció de Ciències*, vol. LXI, pàgs. 115-137, Barcelona 1981.
16. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 1908, pàgs. 19-22.

REGENERACIONISMO, ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

(Cambios básicos en la enseñanza y en la investigación
españolas a principios de siglo. Estudio introductorio)

per

MANUEL VALERA CANDEL

INTRODUCCIÓN

La derrota militar de 1898 produjo una fuerte conmoción en las conciencias españolas, abriéndose en amplios sectores de la sociedad una profunda reflexión sobre las causas y posibles remedios de los llamados “males nacionales.”¹ Esta especie de toma de conciencia colectiva en la que se mezclan descontento y pesimismo, pero también deseo de cambio y afán de regeneración, convertirán en un tópico el hablar de la “regeneración” de España.²

Entre la diversidad de fuerzas sociales y corrientes ideológicas y culturales que plantean la necesidad de una renovación amplia y profunda de la sociedad española, el regeneracionismo y el institucionismo resultan del mayor interés para analizar el panorama educativo y científico de la época. Los lazos de unión y los puntos de coincidencia entre ambas corrientes son diversos, pero el aspecto que más nos interesa destacar de esas coincidencias es el de su común enfoque de la problemática educativa. En efecto, la línea maestra sobre la que básicamente se apoya la argumentación regeneracionista e institucionista sobre el problema de la enseñanza y de la investigación puede esquematizarse del siguiente modo: constatación del atraso en materia de educación y de investigación científica; imperiosa necesidad de una reforma en profundidad del sistema educativo en todos sus niveles; y, por último, mirada al exterior, a Europa concretamente, para realizar tal reforma. Y todo ello considerando la enseñanza bajo un aspecto redentor de los males de la patria, lo que inevitablemente conduce a considerarla como el primer aspecto de la regeneración de España.³

En el presente trabajo queremos mostrar cómo en ese ambiente de renovación surgido del desastre del 98 se irán produciendo en el primer decenio del siglo importantes modificaciones estructurales de largo alcance, encaminadas a la mejora de la educación y de la investigación científica en nuestro país, siguiendo en gran medida el planteamiento común de regeneracionistas e institucionistas. Algunas de tales modificaciones, en especial la política de concesión de becas para posgraduados en el extranjero así como la creación de centros específicos de investigación, contribuirán de modo decisivo al importante desarrollo científico español producido durante el primer tercio de siglo, cuya máxima expresión se alcanzará en los años treinta y que, desgraciadamente, gozará de efímera existencia, como es de todos conocido.

CAMBIOS EN EL SISTEMA EDUCATIVO

La sacudida experimentada por las conciencias españolas tras la pérdida de los últimos restos del imperio colonial provocó un auténtico clamor en pro de una reforma de la enseñanza, quizá por tratarse de un sector en el que unía a su penosa situación la conciencia de que constituía uno de los mecanismos imprescindibles para sacar al país de la postración cultural en que se encontraba. Por ello, tras el 98, la protesta por la crítica situación de la enseñanza y de la ciencia españolas adquirieron un tono de marcado patriotismo. A ello, sin duda, contribuyó también la opinión bastante generalizada de que la victoria de Estados Unidos sobre España se había producido como consecuencia de su mayor desarrollo técnico y científico, presentándose así la derrota de nuestro país como un resultado más de su atraso científico. Un claro ejemplo de este punto de vista lo constituye la intervención del diputado Vincenti en el Parlamento cuando proclama: "Yo no cesaré de repetir que, dejando a un lado un falso patriotismo, debemos inspirarnos en el ejemplo que nos ha dado los Estados Unidos. Este pueblo nos ha vencido no sólo por ser más fuerte, sino también por ser más instruido, más educado; de ningún modo por ser más valiente. Ningún yanqui ha presentado a nuestra escuadra o a nuestro ejército su pecho, sino una máquina inventada por algún electricista o algún mecánico. No ha habido lucha. Se nos ha vencido en el laboratorio y en las oficinas, pero no en el mar o en la tierra".⁴

Particular importancia alcanzaría en esta coyuntura la protesta realizada por la corriente regeneracionista, para la cual uno de los aspectos fundamentales de la regeneración de España consistía precisamente en la reforma de las estructuras educativas. Fruto en gran medida de la campaña de agitación promovida por Costa y los regeneracionistas, así como de la labor desarrollada por los institucionistas, menos espectacular pero no por ello me-

nos eficaz, se introducían a comienzos de siglo ciertas modificaciones estructurales de largo alcance en el sistema educativo, que recogían algunas de las más sentidas aspiraciones de la opinión pública del país.

La primera modificación, de trascendental importancia, consistió en la creación de un Ministerio específico para la enseñanza. Así, por decreto de 18 de abril de 1900, se suprimía el anterior Ministerio de Fomento, creándose en su lugar dos nuevos Ministerios: el de Agricultura, Industria, Comercio y Obras públicas y el de Instrucción Pública y Bellas Artes, que “entenderá en lo relativo a la enseñanza pública y privada en todas sus diferentes clases y grados, en el fomento de las ciencias y de las letras, Bellas Artes, Archivos, Bibliotecas y Museos”, según se especificaba en el citado decreto.

Para dirigir el Ministerio de nueva creación fue nombrado García Alix, un hombre profundamente convencido de la necesidad de la reforma educativa y, como señala Puelles, con un interés por la enseñanza oficial insólito en un miembro del partido conservador.⁵ Para dar una idea de su actividad en pro de la reforma educativa baste con señalar que en los escasos once meses que estuvo al frente del Ministerio (abril de 1900 a marzo de 1901) promulgó nada menos que 308 decretos, regulando diferentes aspectos de la enseñanza.

Una de las reformas más ampliamente sentidas por la opinión pública era la correspondiente a la enseñanza primaria, pues había prácticamente unanimidad en considerar que ninguna reforma podía mejorar sensiblemente el nivel de la educación española mientras no se construyeran más escuelas y se pagase mejor a los maestros. Por ello, García Alix, recogiendo una vieja aspiración liberal, intentó que el magisterio fuera costeadado y sostenido por el Estado. Sin embargo, el propio partido conservador impidió que García Alix pudiese llevar adelante la planeada reforma que, poco después, se haría realidad con el liberal Romanones al frente del Ministerio. Así por R.D. de 26 de Octubre de 1901 se reglamentaba que, a partir de 1902, el pago de los maestros se incluiría en los Presupuestos Generales del Estado. Resulta obvio insistir en la trascendencia de tal medida, que arrancaba a las autoridades locales el control de las retribuciones y el consiguiente control de los propios maestros, supeditados en gran medida a los caciques municipales, puesto que de ellos dependía su contratación.

Un aspecto complementario de la reforma de la enseñanza primaria fue el de la mejora de los Escuelas Normales, realizado también por García Alix, en un intento de proporcionar una preparación mínimamente aceptable a los futuros maestros.

García Alix inició también la reforma de la enseñanza secundaria, que fue profundizada y ampliada por Romanones. Bajo el ministerio de este último, se realizó la transformación de los antiguos Centros de Bachillerato en Institutos Generales y Técnicos, en los que se impartirían las siguientes

enseñanzas: estudios generales de bachillerato, estudios elementales y superiores de magisterio, estudios elementales de agricultura, industria, comercio, bellas artes y enseñanzas nocturnas para obreros. Se trataba, evidentemente, de un intento de adaptar la enseñanza a las previsibles necesidades del incipiente capitalismo español, como se recogía en el decreto que regulaba la organización de esta nueva enseñanza diciendo que la modificación se efectuaba con el objetivo de que la enseñanza media “responda a un estado social tan complejo como el presente y a unas necesidades tan varias como son las de la moderna vida comercial, industrial y científica.”

Finalmente, también en la enseñanza superior se abordó una ambiciosa reforma que abarcaba prácticamente a todas las Facultades Universitarias.⁶ Entre ellas cabe destacar la creación en las Facultades de Ciencias de las Secciones de Física, establecidas por R.D. de 4 de agosto de 1900. En estas nuevas secciones se estudiaban cuatro cursos de licenciatura en los que se impartirían las siguientes disciplinas: Física General en primer curso, y Termodinámica, Acústica y Óptica y Electricidad y Magnetismo en los tres siguientes. Había tres asignaturas más en los cursos de doctorado: Astronomía Física, Meteorología y Física Matemática. La licenciatura completa se impartiría en las Facultades de Madrid, Barcelona y Zaragoza, mientras que en las de Sevilla y Granada sólo se impartirían los dos primeros cursos.

INICIATIVAS DIVERSAS PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Junto a este conjunto de medidas establecidas por los primeros ministerios de Instrucción Pública, encaminado a una mejora de las condiciones básicas de la enseñanza, también se producen en el primer decenio de siglo un conjunto de iniciativas de diversa índole dirigidas a fomentar e impulsar el desarrollo de la casi inexistente investigación científica española.

Entre estas iniciativas cabe destacar, por su importancia dentro del ámbito de las ciencias físico-químicas, la creación en 1903 de la Sociedad Española de Física y Química (SEFQ), nacida con el objeto, según sus propios fundadores, de fomentar el estudio de esas ciencias y publicar los trabajos a ellas referentes efectuados por los miembros de la Sociedad. Para ello se contaría con un medio de expresión, los *Anales de Física y Química*, que aparecen periódica y regularmente desde el año de fundación de la Sociedad, y que pronto se convirtieron en la revista de mayor importancia en el país dedicada a la física y a la química.

La nascente asociación intentó, desde el momento de su fundación, poner en contacto directo la comunidad científica española con la internacional a través del intercambio de revistas con entidades análogas de otros países, así como mediante la participación en congresos, reuniones y organis-

mos científicos internacionales, contribuyendo así a superar la barrera de aislamiento científico en que se encontraba sumido el país.

Además de la creación de la SEFQ, también se produjeron modificaciones importantes en otras corporaciones científicas ya existentes anteriormente, como las Academias de Ciencias de Madrid y Barcelona, que, con el nuevo siglo, parecen imprimir un mayor dinamismo a sus actividades, como lo prueba el aumento y la regularización en la aparición de sus publicaciones.

Otra importante iniciativa se produce también en la primera década del siglo, la creación de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (AEPC), constituida según el ejemplo de organizaciones similares fundadas a lo largo del siglo XIX en los principales países europeos, y cuyo primer Congreso se celebró en Zaragoza en 1908.

Del mayor interés para el desarrollo científico en Cataluña fue la creación por parte de la Diputación de Barcelona en 1907 del Institut d'Estudis Catalans, cuya importancia parece superfluo señalar en esta reunión.

Pero, sin duda, la creación de mayor relieve para el desarrollo de la ciencia española a lo largo del primer tercio de siglo fue la de la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE).

LA JUNTA DE AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS

La Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas fue creada en 1907 bajo el Gobierno liberal de Moret, con Amalio Gimeno como ministro de Instrucción Pública. La razón de la existencia de la JAE, y su fundamental misión, consistía en la formación del personal científico y docente necesario para abordar con éxito una reforma en profundidad de la enseñanza. Debía abordar, en suma, la formación de élites, probablemente con el propósito de realizar esa "revolución desde arriba" tan arraigada en las mentalidades liberales de la época y en perfecta consonancia con la trayectoria institucionista seguida desde la reposición en las cátedras de los profesores dimitidos o cesados a raíz de la conocida circular de Orovio. Como manifestaba la propia Junta: "El resultado escaso que tenían las reformas en la enseñanza llevadas a la *Gaceta*, con la mejor intención, por los ministros de varios partidos... hicieron comprender que todos aquellos generosos intentos habían olvidado un factor esencial, casi único, de toda reforma pedagógica, a saber, un personal convenientemente preparado para encarnarla."⁷

En cuanto al mecanismo para lograr este propósito, había una amplia opinión que postulaba la salida al extranjero por parte de jóvenes estudiantes e investigadores, para adquirir allí la formación necesaria que las institu-

ciones docentes del país se veía eran incapaces de asumir. Probablemente una de las opiniones más autorizadas en este sentido, y uno de los planteamientos mejor expuestos sin ninguna duda, fue el ofrecido por Cajal en su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias de Madrid en 1896. En dicho discurso, Cajal abogaba por “formar y cultivar mediante el pensionado en el extranjero... un plantel de profesores eméritos, capacitados para descubrir nuevas verdades y para transmitir a la juventud el gusto y la pasión por la investigación original”, pues —continuaba diciendo— “España no saldrá de su abatimiento mental mientras no reemplace las viejas cabezas de sus profesores... orientadas hacia el pasado por otras nuevas, orientadas al porvenir... Europeizando rápidamente al catedrático, europeizaremos al discípulo y a la nación entera.”⁸ En el mismo sentido opinaba Ortega, para el cual “lo característico de nuestro problema pedagógico es que necesitamos primero educar unos pocos hombres de ciencia... y que, sin esta previa obra, el resto de la acción pedagógica será en vano, imposible, sin sentido.”⁹

POLÍTICA DE PENSIONES ANTERIOR A LA JAE

El envío de pensionados al extranjero para ampliar estudios no es un hecho que comenzase con la fundación de la JAE, pues se trataba de una idea ampliamente compartida por todos los preocupados en la mejora de la enseñanza y de la investigación españolas, por lo que desde finales del pasado siglo se sucedieron diversos proyectos para regular la concesión de pensiones.

Así, ya en 1898, con Gamazo al frente del Ministerio de Fomento, se establecía un mecanismo para conceder tres pensiones por año, en base a las calificaciones alcanzadas en las reválidas de grado de las Normales.

Poco más tarde, García Alix promulgó un decreto mediante el cual se ofrecía la posibilidad a los profesores de Escuelas Normales de realizar estudios de ampliación en el extranjero (decreto 6-6-1900). Además, el Reglamento Orgánico de Primera Enseñanza concedía a los rectores la facultad de conceder a los Maestros o Auxiliares de Escuelas Públicas licencias hasta por un año para perfeccionar sus estudios en el extranjero.

Durante el Ministerio de Romanones nuevamente se modificó el sistema de concesión de pensiones. En el decreto que regulaba dicha concesión se indicaba que “la necesidad de reformar la enseñanza va unida, inevitablemente, a la de renovar el profesorado, acudiendo a donde el conocimiento está más avanzado”. Ese ha sido, además, el modo de proceder de las naciones más cultas, para conseguir “el doble fin de no quedar retrasadas en la vida científica y acelerar el desarrollo de la cultura nacional.”¹⁰ En este decreto (18-7-1901) se destinaba una pensión cada año para cada una de las fa-

cultades de Derecho, Medicina y Farmacia; otra, por turno, para las escuelas normales centrales de maestros y maestras; y otra, igualmente por turno, para las escuelas de ingenieros. La pensión, para la que se exigía la obtención de la calificación de sobresaliente en el doctorado y premio extraordinario en el doctorado o en la licenciatura (o en los ejercicios de final de carrera donde esos grados no existían), se concedía mediante oposición ante un tribunal nombrado por el claustro de profesores de la facultad o escuela respectiva. Este tribunal determinaba la forma de las oposiciones (siendo sólo obligatorios los ejercicios de idiomas), y proponía al Ministro los puntos de residencia y materias de estudio para los pensionados, los cuales tenían la obligación de enviar a la facultad o escuela correspondiente una Memoria de actividades que, dictaminada favorablemente, podía prorrogar la pensión por un año más, adquiriendo al mismo tiempo derecho el pensionado a ser nombrado Profesor Auxiliar de las enseñanzas correspondientes a su carrera en la primera vacante en que lo solicitase. Respecto a los profesores, se autorizaba la concesión de licencias por un año, con todo el sueldo, a fin de ampliar sus estudios, ayudándoles además con una subvención siempre que hubiese créditos disponibles para ello.

En 1903 Allende-Salazar volvió de nuevo a modificar el sistema de concesión de pensiones. En el preámbulo del decreto en el que se ofrece la nueva regulación, se alega que las modificaciones son debidas a que el decreto anterior no dio los resultados apetecidos debido al carácter restrictivo de sus disposiciones, puesto que la base fundamental debía ser la de dejar absoluta libertad de elección de materia y de lugar en donde realizar la ampliación de estudios. Las pensiones concedidas entonces, y cuya concesión se reservaba el Ministerio, eran de tres tipos: para profesores oficiales, para alumnos que hubiesen acabado la carrera o estuviesen en los últimos cursos y, por último, para delegados a congresos científicos. Este decreto, que supuso una mejora al conceder pensiones a los profesores, aumentando el número de centros docentes que debían percibirlas, fue criticado por conceder al Claustro de la Universidad Central el monopolio examinador, al mismo tiempo que constituyó un retroceso al suprimir el ingreso de los pensionados en las auxiliares numerarias.

NECESIDAD DE CREAR CENTROS PROPIOS DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA

Bajo este decreto siguió funcionando durante algunos años la concesión de pensiones en el extranjero. "Fue tiempo bastante para que arraigase la idea y se tocasen sus ventajas, pero también para apreciar que eran ya insuficientes esos moldes y había que romper, en el fondo, la estrechez de la obra y, en el procedimiento, la inflexibilidad burocrática" dice la propia Junta.

En efecto, ni el Ministerio ni los tribunales de oposiciones podían hacer otra cosa que juzgar, dentro de los elementos que se ponían a su disposición, acerca de la capacidad de los solicitantes, y proponer a los que considerasen más aptos. Luego, cada pensionado se las arreglaba como podía. Si alguno presentaba la Memoria, era todo lo que volvía a saberse de él. No había posibilidad ni de *enterarse de sus trabajos*, ni de *ayudarles en ellos*, ni de *utilizar el fruto* en beneficio directo de la cultura patria.¹¹ Se veía, por tanto, que no bastaba con el envío de pensionados solamente. Era preciso que la obra de las pensiones en el extranjero se coordinase con la actividad científica y docente existente dentro del país, y que al regresar cierto número de jóvenes con la adecuada preparación científica se les ofrecieran los medios de continuar sus estudios y se les exigiera su cooperación para preparar a otros que fuesen a salir más adelante. Sin esto, la obra de las pensiones en el extranjero sería prácticamente inútil.

Cajal ya había expresado una opinión similar en el discurso anteriormente mencionado, en el que venía a decir que todas las ventajas derivadas del contacto de nuestros jóvenes investigadores con la actividad científica realizada en otros países fracasaría “si, a la vez que establecemos íntima comunicación espiritual con el exterior, no acertamos a mantener en los iniciados el fuego sagrado de la investigación, organizando para retenerlos y estimularlos, laboratorios y seminarios, talleres y demás centros de laboreo intelectual y profesional, si... no procedemos a incorporar rápidamente a la enseñanza el nuevo plantel docente, renovando y fecundando con él la vieja Universidad, órgano principal... de renovación y progreso.”¹² Para Cajal, por tanto, no bastaba con el envío de pensionados, sino que se requería el establecimiento simultáneo de centros de investigación españoles para continuar la labor empezada en el extranjero, y además se debía conseguir que accediesen rápidamente a la docencia.

La creación de la JAE respondía plenamente al planteamiento de Cajal que, además, fue su presidente desde el momento de su fundación hasta su fallecimiento, siendo entonces nombrado para presidirla Ignacio Bolívar. El propio preámbulo del decreto de creación de la JAE recogía las sugerencias de Cajal: “no olvida el ministro que suscribe que necesitan los pensionados a su regreso un campo de trabajo y una atmósfera favorable en que no se amortigüen poco a poco sus nuevas energías y donde pueda exigirse de ellos el esfuerzo y la cooperación en la obra colectiva a que el país tiene derecho. Para esto es conveniente facilitarles hasta donde sea posible el ingreso al profesorado en los diversos órdenes de la enseñanza... contar con ellos para formar y nutrir pequeños centros de actividad investigadora y trabajo intenso... y utilizar sus experiencias y sus entusiasmos para influir sobre la educación y la vida de nuestra juventud escolar.”¹³

PRINCIPALES OBJETIVOS DE LA JAE

Por consiguiente, la Junta debía ser el organismo iniciador de una renovación intensiva y rápida de la enseñanza superior y de la investigación en nuestro país, y su labor se concretaba en dos aspectos fundamentales: "provocar una corriente de comunicación científica y pedagógica con el extranjero, y agrupar en núcleos de trabajo intenso y desinteresado los elementos disponibles en el país."¹⁴

Con la creación de la JAE, las pensiones en el extranjero se ampliaban, haciéndolas extensibles a todo el personal de organismos dependientes del Ministerio de Instrucción Pública. Pero junto a esta ampliación se introducían otras mejoras de largo alcance. Ahora se atendía no sólo a la designación de pensionados, como en los decretos anteriores, sino a toda su labor durante su permanencia en el extranjero y a su obra posterior dentro de España. Asimismo, se modificaba el procedimiento de selección para la concesión de pensiones "sustituyendo el exámen momentáneo y puramente intelectual, o el concurso de méritos oficiales, por un juicio en el cual sus elementos podían ser, cuanto más, un indicio, porque debía basarse en el conjunto de circunstancias individuales de orden científico y moral, de aptitud y vocación, así como en consideraciones objetivas de orden social y pedagógico."¹⁵

Como enteramente nuevas se introducían las pensiones dentro de España, "no con el carácter de beneficencia escolar para facilitar a estudiantes pobres el acceso a los centros docentes, sino como medio de fomentar estudios de ampliación e investigaciones personales en aquellas ramas especialmente que no pueden estudiarse fuera del país."¹⁶

Por otra parte, se apreció la necesidad de iniciar, dentro de España, trabajos de investigación científica, que serían, a la vez, preparación y complemento de las pensiones en el extranjero, permitiendo, por tanto, una obra pre y post-pensional. Los pensionados irían con un grado mayor de formación al extranjero tras su paso por los centros encargados de esta misión, pudiendo aprovechar mejor su futura estancia fuera del país y, además, hallarían al volver una atmósfera propicia para seguir trabajando, con lo que se obtendría de ellos una eficaz colaboración en la tarea de mejorar el nivel pedagógico y científico del país.

INSTITUCIONES CIENTÍFICAS CREADAS POR LA JAE

La JAE, tras serias dificultades surgidas al poco de su creación, derivadas de la sustitución del gobierno liberal de Moret por el conservador de Maura, que a punto estuvieron de dar al traste con la apenas nacida institución,

pasará poco después a convertir en realidad los loables propósitos para los que fue creada, pasando a controlar, de modo prácticamente exclusivo, el envío de pensionados al extranjero y convirtiéndose, gracias a la creación de diversos centros de investigación, en la institución principal del resurgimiento científico español durante el primer tercio de siglo.

En el año 1910, la Junta conoció un fecundo período de expansión "en el que comenzaron a tomar cuerpo algunos de los gérmenes contenidos en su decreto constitutivo". La mayoría de las nuevas creaciones tuvieron su inicio en aquel año: el Centro de Estudios Históricos, la Residencia de Estudiantes, el Patronato de Estudiantes, la Escuela española de Roma para estudios de Arqueología e Historia, el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, la Asociación de Laboratorios...

Entre las creaciones mencionadas, nos interesa destacar el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, creado por R.D. de 27 de mayo de 1910, con el objeto, en palabras de la propia JAE, de "facilitar la preparación de los pensionados (en estas materias), aprovechar los conocimientos de los que regresan, dar ocasión a la juventud que sale de las universidades y escuelas superiores para dedicarse a estudios especiales y reunir en una colaboración intensa elementos antes dispersos."¹⁷

La Junta, en consideración al elevado gasto material que suponía la creación de centros de investigación experimental en el área de las ciencias físico-naturales, intentó en la medida de lo posible utilizar centros de investigación y laboratorios ya en funcionamiento. Por ello, el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales (que en 1916 pasó a denominarse Instituto Nacional de Ciencias) contó con dos tipos de centros: los anteriormente existentes y los creados por la propia Junta. Los primeros incluían el Museo Nacional de Ciencias Naturales, el Museo de Antropología, el Jardín Botánico y el Laboratorio de Investigaciones Biológicas de Cajal. Los creados por la JAE fueron la Estación Alpina de Biología, la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas y el Laboratorio de Investigaciones Físicas. A estos últimos se añadirían, poco después, el Laboratorio y Seminario Matemático (en 1915), y las secciones de Trabajos de Química, alojadas en los laboratorios de los profesores Rodríguez Carracido y Casares, de la Facultad de Farmacia. También se incorporaron posteriormente los laboratorios de enseñanza del Instituto-Escuela: Química, Fisiología, Histología, etc. El Instituto Nacional de Ciencias tuvo por presidente a Cajal y por secretario a Blas Cabrera que, a su vez, era el director del Laboratorio de Investigaciones Físicas.

También se creó bajo el patronato de la Junta (R.O. de 8 de Junio de 1910) una Asociación de Laboratorios, con el objeto de fomentar las investigaciones científicas y los estudios experimentales mediante la colaboración de laboratorios, talleres o centros dependientes del Estado. De este

modo quedaban a disposición de cualquier trabajo científico de interés, y se completaban mutuamente, el material y los distintos elementos que había distribuido de modo disperso entre los diferentes establecimientos oficiales. Tanto para la creación como para su posterior desarrollo, la Junta contó con el importante auxilio del Laboratorio de Automática de Torres Quevedo, iniciador de la idea en la Junta y principal promotor de la creación de la Asociación. Para desempeñar el cargo de Secretario de la misma, la Junta designó al director del Laboratorio de Investigaciones Físicas, Blas Cabrera.

De todas las creaciones indicadas, el Laboratorio de Investigaciones Físicas fue, sin duda, el principal organismo para el desarrollo de la investigación científica española en física y en químico-física hasta el período de la guerra civil. Baste indicar que del total de artículos de física publicados en los *Anales de Física y Química* entre 1911 y 1937 (262, si prescindimos de los relativos a Meteorología y Astronomía) más del ochenta por ciento (216 exactamente) corresponden a trabajos realizados en el Laboratorio de Investigaciones Físicas o en el posterior Instituto Nacional de Física y Química o en otros centros de la JAE (como los Talleres de Material Científico) y en centros de investigación extranjeros por parte de pensionados de la JAE; y lo mismo sucede aproximadamente con los trabajos de químico-física.

El Laboratorio de Investigaciones Físicas se transformaría en los años treinta en el Instituto Nacional de Física y Química merced a la dotación que donó la Fundación Rockefeller para su construcción. Los encargados de las principales secciones, tanto del Laboratorio de Investigaciones Físicas como del Instituto Nacional de Física y Química, fueron Cabrera (Electromagnetismo), Catalán (Espectroscopía), Palacios (Rayos X) y Moles (Químico-Física). En diferentes períodos también trabajaron Martínez Risco, Dupierier, Baltá, Crespi, Garrido, Antunes, Velasco, Velayos, etc.

CONCLUSIÓN

En definitiva, como señalaba Carracido, España ha comprendido que no hay nada más educador que las enseñanzas de la realidad, como lo demuestra el hecho de haber planteado "el problema de su educación científica inmediatamente después de la pérdida de los últimos restos de dominio colonial."¹⁸ Los hechos aquí presentados parecen corroborar ampliamente la opinión de Carracido, pues, dentro de la voluntad general de renovación existente en el país tras la derrota del 98, durante los primeros años del presente siglo se darán pasos decisivos para la mejora de la enseñanza y la ciencia españolas.

En efecto, desde el 98 hemos visto como se suceden una serie casi ininterrumpida de innovaciones que afectan a la estructura educativa y científica

del país, comenzando por la creación del Ministerio de Instrucción Pública, en 1900; se abordan inmediatamente después diversas reformas en todos los niveles de la enseñanza. Se producen, además, iniciativas diversas que también incidirán en una mejora de las condiciones en que se desarrolla la actividad científica, como son la creación de la SEFQ, de la AEPC, del IEC o el mayor dinamismo de las Academias de Ciencias. Crece el respeto por la investigación científica y se van disipando en gran medida las erróneas ideas acerca de la incapacidad española para la investigación, especialmente después del extraordinario éxito obtenido por Cajal con la concesión del Premio Nobel. Comienza a mantenerse un mayor contacto con el exterior, tanto a través de pensionados como mediante la presencia de delegados en congresos internacionales o a través del intercambio de revistas entre entidades científicas de similar naturaleza. Y, finalmente, lo que tendrá una importancia mayor de cara al futuro de la ciencia en España, la creación de la JAE que con su nueva política de concesión de pensiones y con la creación de auténticos centros de investigación, contribuirá decisivamente al desarrollo científico del país.

Así pues, en el primer decenio del siglo se produce una auténtica renovación de las bases científicas del país, plasmada en esas realizaciones comentadas. Todo ello se traduce en una visión ya más optimista sobre la ciencia en España, sobre todo de cara al futuro. Así, por ejemplo, Carracido habla de que, en breve, superaremos la "triste condición de servil copista" y de ser "expositores de ciencia ajena."¹⁹ O, como señala Ortega, aunque todavía no hay ciencia, sí que hay un buen número de gente "dispuesta a consagrar su vida a la labor científica". Por ello, puede añadir, que "hemos desembocado... en tiempos de renovación viva y completa", de manera que "ahora van a realizarse en España muchas cosas que se habían intentando cien veces vanamente."²⁰ Existe, pues, plena conciencia de hallarse en un momento de transición, pero que se está produciendo un despertar en el terreno de la investigación científica en España. De este modo fue surgiendo, en palabras de Rey Pastor, "una generación vigorosa y optimista... (que trabajó) con tesón hasta lograr el ingreso de España en la comunión internacional de la ciencia."²¹

NOTAS

1. Martínez Cuadrado (1973), p., 541.
2. García Nieto, Donézar y López Puerta (1971), pp. 12-13.
3. Tuñón de Lara (1974), pp. 100-102.
4. Citado en Turín (1967), pp. 318.
5. Puelles (1980), pp. 226-228.
6. Un desarrollo bastante completo de las reformas educativas debidas a los dos primeros Mi-

nistros de Instrucción Pública puede verse en las obras ya citadas de Turín (1967) y Puelles (1980).

7. *Memoria* de la JAE correspondiente a 1910-1911, p. 7.
8. Ramón y Cajal (1897), pp. 398-399.
9. Ortega (1908), p. 424.
10. Citado en Puelles (1980), p. 255.
11. *Memoria* de la JAE correspondiente a 1907, p. 4.
12. Ramón y Cajal (1897), p. 398.
13. Citado en García Camarero (1970), p. 19.
14. *Memoria* de la JAE correspondiente a 1907, p. 4.
15. *Ibid.*, p. 16.
16. *Ibid.*, p. 17.
17. *Memoria* de la JAE correspondiente a 1910-1911, p. 151.
18. Rodríguez Carracido (1911), p. 14.
19. *Ibid.*, p. 2.
20. Ortega (1908), pp. 426 y 431.
21. Citado en García Camarero (1970), pp. 19-20.

BIBLIOGRAFIA

- GARCÍA CAMARERO, E. y E. (1970). *La polémica de la ciencia española*. Madrid, Alianza.
- GARCÍA NIETO, M. C.; DONEZAR, J. y LÓPEZ PUERTA, L. (1971). *Bases documentales de la España contemporánea*. Vol. 5. *Crisis del sistema canovista. 1898-1923*. Madrid, Guadiana.
- MARTÍNEZ CUADRADO, M. (1973). *La burguesía conservadora (1874-1931)*. Vol. 6. *Historia de España Alfaguara*. Madrid, Alianza.
- ORTEGA y GASSET, J. (1908). "Asamblea para el progreso de las ciencias." *El Imparcial*, 27-7 y 10-8-1908. Reeditado en García Camarero (1970), pp. 420-433.
- PUELLES, M. (1980). *Educación e ideología en la España contemporánea*. Barcelona, Labor.
- RAMÓN y CAJAL, S. (1897). *Deberes del Estado en relación con la producción científica* (Discurso de ingreso en la Academia de Ciencias de Madrid). Reeditado en García Camarero (1970), pp. 373-399.
- RODRÍGUEZ CARRACIDO, J. (1911). "El problema de la investigación científica en España" (Discurso inaugural del Congreso). *III Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Granada, 1911.
- RODRÍGUEZ CARRACIDO, J. (1914). *Discurso de contestación* al Sr. González Martí en su Discurso de ingreso en la Academia de Ciencias de Madrid. Madrid, Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- TUÑÓN DE LARA, M. (1974). *Costa y Unamuno en la crisis de fin de siglo*. Madrid, Edicusa.
- TURÍN, Y. (1967). *La educación y la escuela en España de 1874 a 1902*. Madrid, Aguilar.

EL PRIMER CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS

per

MARIANO HORMIGÓN

1. INTRODUCCIÓN

Hasta ahora mi aproximación a este evento de la historia de la ciencia en España había sido bastante episódica. Rastreando la obra de García de Galdeano en particular, y el ambiente científico en la Zaragoza de comienzos de siglo en general, me había encontrado con esta reunión cuyas voluminosas Actas¹ —ocho volúmenes en cuarto— abortaban deseos de mayores veleidades. Cuando me comprometí ante el Comité Organizador de esta reunión a desarrollar un trabajo sobre este tema, la verdad es que pequé de inconsciente. Los ocho volúmenes contienen información tan diversa y tan interesante que el conjunto de los datos y referencias sobre los que trabajar se ha venido haciendo tan grande y tan difícilmente sintetizable que siempre queda la sensación de que la punta que se puede sacar de esta Asamblea (así llamada ya en 1908) es, cada instante, más aguda. Y en consecuencia, es mayor el sentimiento de frustración por no poder explotar el filón más exhaustivamente.

Por ello, antes de que lo que fuera a desarrollar en esta comunicación constituyera un conjunto de ideas deslavazadas e inconexas, he optado por llevar a cabo un análisis externalista del fenómeno congresual en función, sobre todo, de los datos ofrecidos por la propia Asociación y del estudio de los discursos fundamentales que se pronunciaron en el Congreso. Así pues, me voy a limitar en este trabajo a resaltar las componentes ideológicas de esta sociedad científica a través de su primera gran Asamblea fundacional aunque es preciso advertir que tanto en las más de dos mil páginas de las Actas de este primer Congreso como en toda su actividad subsiguiente, sigue habiendo abundante material de estudio.²

2. EL NACIMIENTO DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS

1908 fue un año paradigmático. En él se tenía que conmemorar el centenario del comienzo de la guerra de la Independencia. Pero éste no era un acontecimiento aislado en la efemérides. La conmemoración tenía lugar diez años después del 98, otro aniversario singular, pero, a diferencia del anterior, condenado a no celebrarse nunca por las fuerzas vivas españolas. Celebrar el centenario y disimular la década fueron objetivos predominantes en todos los componentes del espectro social y singularmente de los sectores más directamente implicados en la “catástrofe” de 1898 y en la “gloria” de 1808. En ese marco general hay que encuadrar todas las iniciativas y los actos de ese año, particularmente los producidos en el terreno científico.

Sólo con esos puntos de referencia se puede explicar el repentino interés por la Ciencia —y su subsiguiente subvención económica— y la elección de Zaragoza como sede del masivo Congreso científico. Por ello puede explicarse la destacadísima participación de militares tanto en la primera estructura directiva de la Sociedad como en la propia reunión; mas sobre estos temas se volverá después.

La *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias* parte de una iniciativa aragonesa que es recibida maravillosamente por parte de las fuerzas vivas de la Villa y Corte, a juzgar por la celeridad con que se suceden los acontecimientos.

La decisión política de conmemorar el Centenario de los Sitios venía de atrás y, por ello, todos los colectivos susceptibles de participar en la celebración del aniversario pensaron algo que pudiera encajar en el proceso. Por eso, la Sección de Zaragoza de la Real Sociedad Española de Historia Natural se reúne en diciembre de 1907³ y decide proponer a la Junta Directiva de Madrid la organización de un Congreso de Naturalistas que coincida con las fiestas del Centenario.

En el mismo mes de diciembre se comunica la decisión a Madrid y allí la Junta acoge la idea ampliándola ya a todas las profesiones científicas. Luis Simarro, a la sazón Presidente de la Real Sociedad Española de Historia Natural, visita oficialmente a Segismundo Moret para hacerle partícipe de la idea, y de esa entrevista nace el proyecto de creación de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias.

El acto de constitución tiene lugar el dos de enero de 1908 en el Salón de Actos del Ateneo de Madrid y es presidido por Moret —que era también presidente del Ateneo— y en él participan representantes de las Academias, de centros docentes, de las sociedades científicas, de empresas y de la prensa. En esa reunión se decide fundar la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias y se comisiona a Víctor María Concas, Leopoldo Cano, Luis

Simarro y José Rodríguez Carracido para iniciar los trabajos de elaboración de los Estatutos de la Asociación.

Se sigue trabajando a buen ritmo y el 23 de febrero de 1908 se vuelven a reunir los promotores en el Ateneo para aprobar los reglamentos, elegir el Comité Ejecutivo y se decide celebrar el I Congreso en Zaragoza.

El Comité Ejecutivo queda constituido por:

Presidente: Segismundo Moret

Vocales: Eduardo Mier, José Rodríguez Carracido, Luis Simarro, Leopoldo Cano, Gumersindo de Azcárate, Víctor María Concas, Angel Pulido, Ignacio Bolívar, Perfecto María Clemencín, Manuel Zabala, José Marvá, José Gómez Ocaña, Gabriel Maura Gamazo, el Vizconde de Eza, Ricardo Codorniú, Carlos María Cortezo.

Secretario General: Ricardo García Mercet.

Vicesecretario: Vicente Vera.

Tesorero: Faustino Rodríguez.

O sea, se establece un Comité Ejecutivo de veinte personas de las que seis son catedráticos de la Universidad Central: Moret, Carracido, Simarro, Azcárate, Bolívar, Gómez Ocaña; cinco militares: Mier –Coronel de Ingenieros–, Leopoldo Cano –General de División–, Concas –Capitán de navío y ex-ministro de Marina–, Marvá –General de Ingenieros–, y García Mercet –Subinspector Farmacéutico de Sanidad Militar; ocho titulados superiores de diferentes profesiones: Pulido –Presidente del Colegio de Médicos de Madrid–, Clemencín –ingeniero de minas–, Zabala –director del Instituto de San Isidro–, Maura –doctor en Derecho–, el Vizconde de Eza⁴ –ex-Consejero de Agricultura–, Codorniú –ingeniero de Montes–, Cortezo –Académico de Medicina–, Vera –Profesor del Instituto de San Isidro– y un empresario de comercio de Madrid a quien se encomiendan las tareas de tesorería.

El influyente Moret, que había dejado la Presidencia del Consejo de Ministros a comienzos de año, por una parte, y Luis Simarro, por otra, fueron los factores humanos ejecutivos del proceso constituyente de la Asociación.⁵ Desde luego Moret necesitaba elementos para seguir en la arena política. Según consta en las Actas del Congreso parece ser que por sus oficios directos se consiguió el favor real aunque no se hace referencia alguna a posibles entrevistas entre Moret y Maura. Mas no debe olvidarse que este período es uno de los de más clara ingerencia de Alfonso XIII en las tareas del Gobierno.

3. LAS CUENTAS DE LA AEPPC

A efectos económicos la Asociación fue posible por el desembolso de una importante cantidad de dinero de diversas instituciones. De las 14.340

pesetas de ingresos del año 1908⁶ corresponden a los socios 4.090, siendo el resto distribuido así:

Sociedades Científicas

Aportaciones de 500 pesetas.	
Sociedad Española de Historia Natural	
Sociedad Española de Física y Química	
Instituto de Ingenieros Civiles	
Escuela de Ingenieros de Caminos	
Escuela de Ingenieros Industriales	
Real Academia de Medicina	
Gran Peña	
Total	4.000 pesetas

Sociedades Militares

Ingenieros Militares	
Artillería	
Total	1.000 pesetas

Senado

500 pesetas

Gobierno

Ministerio de la Guerra (1.000)	
Banco de España (2.000)	
Ministerio de la Gobernación (1.000)	
Presidencia del Consejo (500)	
Ministerio de Marina (250)	
Total	4.750 pesetas

Considerando la evolución de las cuentas de los tres primeros años hay que observar algunos detalles. De todos los socios protectores que figuran en 1908, solamente aparecen, en el balance del año 1909, la Real Sociedad Española de Historia Natural y la Escuela de Montes que se incorpora como socio protector. Se mantiene la subvención de la Presidencia del Consejo y la subvención del Banco de España sube a 5.000 pesetas. En el año 1910 desaparecen todas las ayudas institucionales salvo las 500 pesetas del Senado y las 5.000 del Banco de España. El salto cualitativo más significativo tiene lugar en 1911, en el que la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias recibe 20.000 pesetas del Banco de España, cantidad desde luego nada despreciable.⁷

4. LOS ESTATUTOS Y LA ORGANIZACIÓN

La AEPPC se dotó de Estatutos en un tiempo vertiginoso. Constan de tres capítulos destinados a regular los fines y organización de la Sociedad, el régimen social y la organización de los Congresos.

La definición de la Asociación no deja de volver a incidir sobre el paralelismo con la Junta para Ampliación de Estudios y con la Institución Libre de Enseñanza.

Dice el Art. 1º:

“La Asociación tiene por objeto el fomento de la cultura nacional, en sus manifestaciones científicas principalmente. Para conseguirlo organizará congresos, conferencias y concursos, procurará la fundación de instituciones de enseñanza; favorecerá la comunicación intelectual entre el país y las clases asociadas, y auxiliará, en la medida que sus recursos lo permitan, los trabajos y estudios de investigación.”⁸

Hay a continuación de esta definición varios artículos que se refieren a los socios y que resultan harto explícitos de las componentes sociales de la Asociación. Tras definir como socios protectores a los que contribuyan con 500 o más pesetas, les reconoce la facultad de formar parte de la Junta directiva como vocales vitalicios. La cuota se establecía en 10 pesetas mensuales para los socios de número, pudiendo adquirir el carácter de vitalicio si se abonaban de una vez 150 pesetas.

El resto de las disposiciones estatutarias tenían un carácter técnico y se pueden omitir de momento.

Los socios podían participar en los Congresos y las mujeres de una familia también, pero previo abono de 7,50 pesetas. A los no socios, el Congreso les costaba 20 pesetas. Los inscritos tenían descuentos en las compañías ferroviarias y las actas.

La Asociación, y luego el Congreso de Zaragoza, se dividió en siete secciones: 1. Matemáticas; 2. Física y Química; 3. Naturales; 4. Sociales; 5. Filosóficas; 6. Médicas; 7. Aplicadas.

En el mismo Congreso de Zaragoza se aprobó una moción por la que se creaba una nueva sección: la de Astronomía y Física del Globo, que se desgajaría de la de Matemáticas.

Pero volvamos al proceso de constitución. Moret y F. de Paula Arrillaga visitaron al Rey y consiguieron que, además de su amparo, conviniese en presidir, junto a la reina, la sesión de clausura del Congreso, cosa que hicieron.

Atención especial merece el papel de Luis Simarro, que fue quien se encargó de las cuestiones organizativas, tanto en lo que se refiere al I Congreso como a la constitución de Comités locales y regionales en diferentes distritos universitarios. A tal efecto, visitó Zaragoza en el verano de 1908 para ul-

timar el programa del Congreso, para pasar posteriormente a Barcelona, al mismo tiempo que sostenía correspondencia con colegas de Valencia, Granada y Oviedo con los mismos fines.

Desde luego debió de tener éxito en lo inmediato de su gestión, a juzgar por los datos que el General Marvá presentó en uno de los discursos de la sesión de clausura del Congreso en octubre de 1908: además de la estructura de Madrid, la AEPPC contaba con 90 socios en Barcelona, 80 en Valencia, 40 en Salamanca y unos 300 en Zaragoza⁹ (entre socios e inscritos). Esta composición se fue modificando ya que en la lista de miembros de AEPPC de 1912, primera oficial que conozco, hay variaciones sustanciales respecto a estos datos. No obstante, cabe subrayar el interés evidente del seguimiento de estas listas de socios para elaborar un cierto mapa científico del Estado español y sus continuos desplazamientos. Asimismo, sería interesante comprobar la incidencia de la celebración de Congresos en el crecimiento de la Asociación en las diferentes ciudades españolas.

5. EL CONGRESO

El Congreso tuvo lugar entre el 22 y el 29 de octubre de 1908 y su estructura fue la clásica de este tipo de celebraciones: dos sesiones, de apertura y clausura, más una plenaria el día 27 para aprobar los estatutos. El resto del tiempo se dedicó al trabajo de las secciones.

La sesión de apertura estuvo presidida por Moret y en ella, además del propio Moret, tomaron la palabra, el alcalde de Zaragoza, el Prof. Chervin que representaba a la Asociación Francesa para el Progreso de las Ciencias, y el Secretario de la recién nacida Asociación, García Mercet.

La sesión de clausura estuvo presidida por los Reyes cuya intervención, si la hubo, no fue recogida en las Actas de las sesiones. Sí tomaron la palabra, sin embargo, el General Marvá, que hizo el resumen del Congreso, Echegaray, Ramón y Cajal, Enrique Losada y el jesuita Ricardo Cirera.

Las tres sesiones plenarias del Congreso son documentos bastante eloquentes para poder desentrañar el carácter de esta Asociación y su proyecto sociocultural en la España de comienzos del siglo XX.

Sobre todo, las sesiones de apertura y clausura dan una idea bastante ajustada de la difícil coexistencia entre los científicos profesionales y los políticos y militares, más o menos profundamente aficionados.

La Sesión de Apertura se distingue por el carácter netamente político de las intervenciones; salvo las meras saluciones del alcalde de la ciudad y de M. Chervin, los discursos de García Mercet y Moret definen, cada cual a su modo y desde sus respectivas posiciones, el carácter y significado de la naciente Asociación.

Ricardo García Mercet, secretario del Comité Ejecutivo, lanzó una proclama explícitamente relacionada con los sucesos del 98 y con el papel del Ejército en la vertebración de la vida cultural española. En este complejo entramado de intenciones discurre la primera de las intervenciones públicas en el Congreso que es calificado por García Mercet como un "factor de grande importancia en este proceso de regeneración nacional."¹⁰ La idea de la regeneración no dejará de estar presente ya a lo largo de todo el Congreso y, por supuesto, en su discurso introductorio. Y junto a ella, la de la rehabilitación del Ejército como elemento de potenciación de la vida científica española. Sobre ello escribe: "También ha de deciros algo el hecho de que el ejército, lejos de contemplar con indiferencia el movimiento científico a que parece servir de cuerpo nuestra Asociación, que las instituciones armadas no constituyen solamente la salvaguarda y garantía del orden público y del honor de la Nación, sino que deben también considerarse, que quieren ser consideradas, como un factor de no escasa importancia en el desenvolvimiento científico y el adelanto del país."¹¹

La literatura, como puede comprobarse a partir de la simple lectura del texto, ni tiene desperdicio ni deja de contener el complejo tinglado de elementos contradictorios de la ideología subyacente en las aproximaciones científicas del sector del Ejército aficionado al cultivo de las Ciencias. Sobre este tema es notable, aunque todavía pendiente de adecuada cuantificación, el progresivo deslizamiento del sector cientista militar desde los tiempos de la Ilustración hasta las consecuencias del *desastre* del 98 y las experiencias de la campaña africana. En todo ese proceso hay una componente fija: el interés por el estudio de las ciencias útiles en el XVIII o de progreso en el XIX. Sin embargo, a pesar de considerar la primacía de las ciencias en la conformación de la componente intelectual del Estado como un invariante, ello no obsta para el regresivo cambio de posición política y social, como se trasluce en el anterior párrafo del inspector de sanidad militar, Ricardo García Mercet.

La intervención del Secretario del Comité Ejecutivo de la Asociación es por estas razones una de las más explícitas a la hora de valorar las causas del apoyo gubernamental y regio a la constitución de la Sociedad y a la celebración de sus primeros Congresos. Y para que no queden dudas sobre el tema, García Mercet remata su discurso con estas palabras:

"Todo esto es altamente halagüeño y consolador. Las energías, las muestras de vitalidad de que los españoles van dando señales y de que es bravo pregón esta Asamblea, permiten que de una vez desechemos los negros pesimismo, que abatían nuestro espíritu en los días aciagos, inolvidables, de 1898."

"España no muere, Resurge, animosa, confortada y resulta, después del desastre."

"¡Sursum corda!"¹¹

El complemento de esta intervención en similar nivel de solemnidad lo

llevarían a cabo el General Marvá y el Coronel Losada en la sesión de clausura. A cargo de Marvá corrió dar cuenta ante los Reyes del balance de resultados del Congreso en forma de resumen de la labor general efectuada. En realidad no lo hizo, sino que vuelve a insistir sobre la cuestión del patriotismo científico de la Asociación y de las relaciones entre Ejército y progreso científico.

El resumen de Marvá,¹² además de un cierto repertorio anecdótico de cosas menudas del Congreso, se dedica a arrimar el ascua a la sardina de la necesidad y el prestigio militares. Para ello, incide en el tema del patriotismo científico y del aprovechamiento militar de la Ciencia. Así, sostiene que “la Ciencia hace patria y, aún hace más, la defiende; defensa necesaria, porque, pese a nobles espíritus, a generosas aunque platónicas aspiraciones pacifistas, la paz perpetua es todavía una utopía.”¹³ Menos mal que atribuye a los amantes de la paz nobleza y generosidad de espíritu, aunque según el General Marvá estén en el limbo, porque en el resto del parlamento ya no abandonará esta tesis. Insiste en que la Ciencia es necesaria para el perfeccionamiento de la eficacia militar, ya que armas rudimentarias aunque sean utilizadas por *corazones intrépidos* tienen un escaso rendimiento. “El fusil,... el cañón,... el barco de guerra,... las máquinas y artefactos... representan la condensación de todos los talentos y el vencimiento de todas las dificultades”. Y recalca: “Las armas... atizan el fuego de Prometeo (y sirven para rescatar) las verdades de la Naturaleza.”¹⁴

Marvá sintetiza el interés que la ciencia puede tener en las instituciones armadas y en los numerosos militares presentes en la reunión. Así dice: “Por eso se interesan en el progreso de las Ciencias y han respondido en esta ocasión al llamamiento, no tan sólo en interés de su prestigio, sino en cumplimiento de la elevada misión civilizadora que el espíritu moderno, en su amplio sentido, impone a las instituciones armadas, las cuales conviven con las distintas categorías del conocimiento humano”. Y concluye: “El Comité Ejecutivo pone en mis labios sus anhelos de que esta naciente Asociación tenga vida próspera, para que pueda contribuir a que nuestra querida España brille con los resplandores de la Ciencia, cuyas divinas irradiaciones elevan el pensamiento a Dios, dan al hombre el primer rango de la creación, mueven la Humanidad hacia más altos destinos, conducen, en fin, los ejércitos y la victoria, los estados a la cima del poderío y los pueblos al ideal de la felicidad.”¹⁵

Marvá también tomó la palabra en la Sección de Ciencias Aplicadas en la que dictó una conferencia sobre la sagrada misión tutelar del ingeniero sobre los obreros que tiene a sus órdenes, en orden a evitar “los abusos de que suelen ser víctimas los honrados hijos del trabajo.”¹⁶ Esta expresión corresponde a la intervención del Coronel de Artillería Enrique Losada y del Corral a cuyo cargo corrió el resumen de los trabajos de la Sección de Ciencias

Aplicadas.¹⁷ Además de la referencia a la conferencia de Marvá, Losada volvió a insistir en el tema del Ejército y la Ciencia, diciendo: “En la Sección Séptima, ... se ha tratado de armas de fuego y de explosivos de guerra, y como pudiera suscitarse la duda de si dichos elementos destructores se relacionan con esa obra de paz y de prosperidad creciente que se llama el Progreso de las Ciencias, hay que afirmar y declarar muy alto que el Ejército, y cuanto en él se relaciona, constituyen una fuerza organizada al exclusivo servicio de la civilización.”

Se observa evidentemente una obsesión justificativa y defensiva, por parte de los ideólogos militares, aduciendo que, si bien el arrojo se supone y se da, las guerras que ha podido perder el Ejército Español han tenido como causa el atraso tecnológico y científico, con lo cual la patata caliente de la responsabilidad del 98 se pasa a los científicos e ingenieros.

Otro elemento que, aunque extramuros de la comunidad científica en sentido estricto, es elocuente para ilustrar las coordenadas en que se desarrolló el nacimiento de la AEPPC y su primer Congreso, es el discurso que el Presidente de la Asociación, Segismundo Moret, pronunció en la Sesión de Apertura.¹⁸

El floreado discurso del veterano político repasa algunos elementos de la historia reciente del asociacionismo científico, alaba a Inglaterra que, para Moret, “en esto, como en todo, lleva gran delantera en los demás países.”¹⁹ se extiende por las más diversas consideraciones de la ciencia del siglo XIX en las que rompe explícitamente, por ejemplo, lanzas a favor de Darwin que con su libro, el *Origen de las especies*, “ha venido a transformar la zoología entera”²⁰ e insiste en los términos habituales de los parlamentos de la reunión. Pero lo más destacable es la definición de la Asociación cuyos objetivos pormenoriza. Dice Moret que la Asociación se crea para comunicar impulso vigoroso y dirección sistemática a la investigación científica, en primer lugar; en segundo, para fomentar las relaciones de cuantos cultivan las Ciencias en las diferentes partes del mundo donde se habla la Lengua española, relacionándolos, no sólo entre sí, sino también con los hombres de Ciencia extranjeros; y, por último, para promover una atención más constante y sostenida hacia los estudios científicos y remover los obstáculos de carácter público que se oponen al Progreso de la Ciencia.

Moret descarga las baterías de la oratoria mostrándose como un firme valedor del trabajo de los científicos. “La tribuna que tantas veces han pedido los hombres de ciencia, siquiera sea para que se les oiga, queda abierta desde este momento, y todos los años, en las capitales más importantes y ante los auditorios más escogidos, la ciencia española tendrá consagrada una semana...”. E insiste a continuación: el “aspecto que da importancia y relieve a la Asociación, es... que ha pasado también a la categoría de verdad indiscutible (el hecho) de que la ciencia es la que determina el progreso y deci-

de la superioridad de las naciones.” Clarividente y ajustado discurso sobre el que cabría matizar responsabilidades del propio Moret en el proceso de institucionalización de la Ciencia española en los períodos en que él mismo presidió el Consejo de Ministros. Mas ésta es otra vertiente de análisis de esta misma historia.

La tercera de las sesiones plenarias del Congreso tuvo lugar en el Paraninfo de la Universidad cesaraugustana el 27 de octubre. Presidida por Rodríguez Carraco, Simarro y García Mercet, que actuó de Secretario, tenía como objetivo ratificar los Estatutos de la Asociación, que fueron aprobados por unanimidad. Especialmente digna de mención es la intervención del R.P. Eduardo Vitoria S.J., que solicita se incluya un artículo en los Estatutos que “prohiba la lectura o exposición de los trabajos en los que se ataque al dogma católico, y de los que pueden considerarse inmorales o subversivos.”²²

El Presidente tuvo que hacer gala de suma habilidad para reconvertir la solicitud en un “ruego digno de tenerse en cuenta y no como proposición de reforma del Reglamento”, ganando la votación por una gran mayoría.²³

Este hecho puede calificarse de sintomático de la situación de la Ciencia española del período, por lo que tiene de ilustrativo de la tensión existente en la comunidad científica española.

A pesar de las proclamas de satisfacción de políticos, militares y eclesiásticos, los científicos, salvo los claramente alineados en algunas posiciones, contemplaron la Asamblea con moderado escepticismo. Santiago Ramón y Cajal, a cuyo cargo corrió el resumen de los trabajos de las Secciones de Ciencias Naturales y Médicas, lo expuso con claridad, pero sin derrotismos. Decía, el ya Premio Nobel: “Injusto sería juzgar de la utilidad y el alcance de la AEPPC por los resultados de esta primera Asamblea. Y, sin embargo, y a pesar del corto plazo concedido para el planteamiento y ejecución de los trabajos científicos, lo conseguido merece simpática acogida y plácemes sinceros.”²⁴ La ciencia oficialmente presentada en esta reunión merecía, por tanto, y de momento, *simpática* recepción... Sin embargo, Ramón y Cajal aprovechó la oportunidad para clamar por una de las más perentorias necesidades del trabajo científico: la originalidad. Y así, aunque reconoce que las disertaciones no representan “progresos extraordinarios ni invenciones sorprendentes”, manifiesta que para “nuestro ansiado renacimiento intelectual contamos ya, en la esfera de la Medicina y de las Ciencias Naturales, con briosa y entusiasta legión de trabajadores que, ansiosos de emanciparse de la extranjera tutela, aspiran a crear, y en buena parte lo han conseguido ya, Ciencia Nacional y castizamente española.”²⁵ Porque, para Ramón y Cajal, aunque es patente la modestia de los trabajos científicos presentados, la capacidad del profesorado y juventud intelectual permiten aspirar a metas mucho más elevadas, entre las que destaca la misión de hacer

“llegar piadosamente hasta la masa del pueblo la voz redentora de la Ciencia.”²⁶

Y esto lleva una vez más a un tema pertinazmente presente en la mayoría de las sesiones del Congreso: la cuestión social y el papel de la ciencia. Si antes hacíamos referencia a los “honrados hijos del trabajo” en la conferencia de Marvá, la referencia de Cajal puede ser enriquecida con el florido discurso de Echegaray en análoga sesión y oportunidad.²⁷ Concluía Echegaray que “llegará un día en que el pobre obrero no tendrá que doblarse sobre la tierra, ni vagar anhelante entre las sombras de una mina, ni quemar sus músculos en la faena material, sino que, erguido ante una máquina y obedeciendo al mandato de su pensamiento, dará vuelta a una llave; y se precipitarán en la fábrica, en el taller, en la mina y sobre el terruño, millones y millones de caballos de vapor,... De modo que en el orden material, la Ciencia pura habrá sido el verdadero redentor del obrero. La redención de la masa social por el pensamiento y por la Ciencia.”

Hasta aquí, una rápida ojeada a los actos centrales de una reunión científica plagada de elementos externos.

Justificación militarista, defensa del dogma católico, atisbos reformadores de carácter social elitista son constantes presentes en el quehacer intelectual de la amplia gama de profesionales e intelectuales que formaron parte y/o participaron en el Congreso de Zaragoza. Si, desde el punto de vista de los científicos, el fin justificara los medios, cabrían pocas dudas de la validez de la Asamblea cesaraugustana y de la creación de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Porque, desde cualquier óptica, el fin era fomentar el estudio y desarrollar la investigación en cualquiera de los campos científicos, sin exclusión explícita de ninguno. Y eso en el proceso de crecimiento de la ciencia española era y es claramente positivo. Claro es que el mensaje que se recogía en este tipo de llamamientos no era de una pureza total, como puede advertirse en los discursos característicos del Congreso a que se ha hecho mención a lo largo de esta comunicación. Y vistas las cosas desde esta compleja perspectiva cabe preguntarse sobre qué bases ideológicas pudieran estructurarse las relaciones —bastante contradictorias— militarismo-cientismo, catolicismo-cientismo, utopismo social-cientismo. Salvo esta última categorización (donde se escondían interesados elementos de control social que pretendían alejar a las masas populares de preocupaciones por su bienestar para que fueran los científicos quienes condujeran las reformas, sin mayores cambios de titularidad económica o política), las otras dos encierran evidentes contradicciones históricas, sólo explicables desde la vertiente de no querer perder un tren que pese a todo marchaba en una carrera bastante imparable hacia el Progreso. ¿Pueden explicarse estas cosas sobre la base de una mera buena voluntad de los próceres de la intelectualidad? ¿Puede explicarse este fervor cientista con la idea de que la intelectuali-

dad española de comienzos de siglo entendía la ciencia como una fuerza productiva directa? ¿Puede creerse que ese repentino esfuerzo por dotar más y mejor a la ciencia pura? ¿Cómo pueden casar en una misma Asamblea y con análogos presupuestos católicos, masones, conservadores y liberales, esperantistas, tradicionalistas e incluso algún radical?

Efectivamente, muchas preguntas sin momentánea respuesta. Porque se pueden hacer simplificaciones, pero sin atender a desvelar el relativo enigma de la convergencia de generaciones y pensamientos que se encuentran en el Congreso de Zaragoza de 1908. En otros campos de la creación, la presencia del 98 es más nítida, pero en el terreno científico es ciertamente insólita, salvo en reuniones de este tipo y por parte de un sector muy concreto de la sociedad española. Tampoco es desdeñable el hecho de que el movimiento científico generado en esta primera década del siglo XX promociona una nueva generación, la del 14, que se aprovechará, y bastante bien por cierto, de este esfuerzo institucional. No obstante, si lleváramos a cabo un balance de los que habitualmente se hacen en España en nuestros días para valorar los progresos científicos y culturales, podríamos concluir que una reunión que concita más de novecientas adhesiones y en la que se presentan más de doscientas Memorias es ya *per se* algo singular. Pero, además, la reunión en esta comunicación comentada elabora el acta constituyente de una organización científica de carácter ideológicamente conservador con el que se ha mantenido —siquiera sea sobre el papel— existente hasta nuestros días (el Congreso tras la Guerra Civil 1936-1939 también se celebró en Zaragoza en 1940).

Corroborar o rechazar esta última tesis y contestar las preguntas anteriores va a necesitar, evidentemente, más tiempo y más trabajo.

NOTAS

1. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (1908-10): Primer Congreso celebrado en la ciudad de Zaragoza del 22 al 29 de octubre de 1908. Imprenta de Eduardo Arias. Madrid. 8 vols.
2. En este sentido cabe citar el trabajo de Carlos López, presentado en esta misma reunión y los de Elena Ronzón sobre la revista *Las Ciencias*, órgano de la Asociación y que han sido presentados en los Congresos de Teoría y Metodología de las Ciencias (Oviedo, 1980) y en el III Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias (San Sebastián, 1984).
3. No he podido precisar exactamente la fecha porque no debió levantarse acta de la reunión o yo cuando menos no la he encontrado.
4. El Vizconde de Eza sería encargado de la Presidencia de la AEPPC tras la Guerra Civil de 1936-39.
5. Sobre este aspecto, habría que añadir todos los sugerentes elementos de la aportación de Eduardo L. Ortiz en sus trabajos sobre la Junta para Ampliación de Estudios presentados

en el I Simposio sobre la Historia de la Ciencia en los países ibéricos y latinoamericanos, celebrado en Madrid en septiembre de 1984 y en el III Congreso de la SEHC, actualmente en prensa. Porque no deja de ser interesante que la Junta se constituyese en 1907 en el período del *gobierno largo* de Maura y que a finales de este mismo año apareciera con la fuerza que lo hizo —y con el dinero— la AEPPC. Como tampoco deja de ser curioso que en la reunión científica fundacional de la Asociación participaran los hombres fundamentales de la Institución Libre de Enseñanza (salvo Costa que fue expresamente recordado) y de la Junta, salvo Menéndez y Pelayo, y que algunos de ellos, como Simarro, jugaran un papel determinante en el proceso constituyente. Cuando se desvele la correspondencia completa de este período quedarán aclarados los extremos de este enigma.

6. Sin contar los correspondientes al Comité Local de Zaragoza, que no he visto.
7. Las cuentas de los Congresos se fueron presentando de forma bastante pormenorizada en las sucesivas Actas. En las del Primero, aunque fechado en 1908, se encuentran las correspondientes a los años 1908-11. Volumen I, pp. 273-276.
8. *Actas*, I, p. 241.
9. *Actas*, I, pp. 31-32.
11. *Actas*, Vol. I, pp. 7-13.
12. Marvá (1910): "Resumen de la labor general del Congreso". *Actas*. Vol. I, pp. 31-35.
13. Marvá, ib., I, p. 33.
14. Marvá, ib., I, p. 34.
15. Marvá, ib., I, p. 35.
16. Losada, ib., I, p. 58.
17. Losada (1910): "Resumen de los trabajos de la Sección de Ciencias Aplicadas", *Actas*, Vol. I, pp. 55-60.
18. Moret, S. (1910): "Discurso inaugural". *Actas*, Vol. I, pp. 19-28.
19. Moret, ib., p. 19.
20. Moret, ib., p. 25.
21. Moret, ib., p. 21.
22. *Actas*, I, p. 223.
23. *Actas*, I, pp. 223-4.
24. Ramón y Cajal, Santiago (1910): "Resumen de los trabajos de las secciones de Ciencias Naturales y Médicas del Congreso". *Actas*, vol. I, pp. 49-54.
25. Ramón y Cajal, ib., I, p. 50.
26. Ramón y Cajal, ib., I, p. 51.
27. Echegaray, José (1910): "Resumen de los trabajos de la Sección de Matemáticas del Congreso". *Actas*, vol. I, pp. 37-47.
28. Echegaray, ib., I, p. 46.

EL ZERO I L'INFINIT: LA GEOMETRIA A BARCELONA AL TOMBANT DE SEGLE

per

JOAN VIÑAS RIERA

INTRODUCCIÓ

Aquest escrit pretén historiar, a casa, l'estat de la Geometria al tombant de segle. S'ha anat a pouar a les obres originals de què es tenia coneixença i que s'han localitzat. I més que resumir-les i extreure'n, després, un judici, el que s'ha fet és deixar que s'expressin els propis autors citats o bé persones autoritzades havent-los conegut; clar que tot això en un escrit ja resumit és cosa difícil d'aconseguir, però no ha deixat pas d'intentar-se. Ara bé, alguna conclusió nostra, quan ha semblat força òbvia, figura aquí o allí.

Si algú llegeix aquest escrit que no cregui pas que es tracta d'un recull de "morceaux choisis"; s'ha intentat pretendre que es faci càrrec de com pensaven els seus protagonistes, no de donar-li les sopetes ja mastegades i cuinades per nosaltres.

Respecte a la bibliografia consultada per força ha d'ésser escassa en un treball d'aquesta mena, i això —és clar— és obvi. S'ha estat generós en les notes que acompanyen cada apartat. Procuren fer més seguida la lectura, però també aclareixen aspectes que podrien haver quedat un xic foscos.

Se'ns ha bescantat dient que els nostres matemàtics només dominaven el francès, i, pel que diu en Clariana, això sembla fals; és per aquest aspecte que s'ha procurat indicar, essent la cosa possible, la traducció francesa dels llibres més importants que els nostres autors utilitzen o citen.

El segle passat la Ciència en bona part fou francesa, dominant el francès es podia estar al corrent de més d'una de les seves branques. Ara bé, ningú cita l'italià, llengua ben necessària al matemàtic. Per a certes patums caldria dominar l'alemany. Pel que diu Julio Rey Pastor, en el seu temps qui no llegia l'alemany, i en Cantor, és clar, ja no podia saber Matemàtica.

I.

Els progonistes, i en ordre més o menys cronològic d'aparició, en són el catedràtic d'universitat Santiago Mundi Giró, nat a Figueres, el coronel d'enginyers retirat Àngel del Romero Walsh, natural de Barcelona, els també catedràtics d'universitat Laur Clariana Ricart, fill de Barcelona, i Josep Domènec i Estapà, de Tarragona, el de l'Escola d'Enginyers Lluís Canalda Bargués, nat a Cervera de la Segarra, i el d'institut Josep Maria Bartrina Capella, fill de València.

En un segon pla, a vegades discret, altres de cap de les maneres, intervenen més personatges, uns de casa, altres de fora.

Llevat del valencià i de l'enginyer Canalda, i aquest no pas segur, els altres foren deixebles d'en Llorenç Preses Puig, natural de Sant Boi de Llobregat, i catedràtic de Matemàtiques Sublims¹ a la Universitat de Barcelona i que també en fou de l'Escola d'Enginyers d'aquesta ciutat.

Gràcies a un treball del Dr. Orts² i a un del Dr. Fontserè³ hom pot fer-se una idea de la humanitat de tres dels protagonistes: Mundi, Domènec i Clariana, els dos darrers catòlics practicants, i cal aclarir que el darrer més que practicant; el primer, menjacapellans i militant del Partit Republicà Històric, en representació del qual fou conseller de l'Ajuntament de Barcelona.⁴

II.

L'Acadèmia de Ciències i Arts, de la qual feia temps (1867) que n'era membre, encarregà a Mundi d'explicar els cursos 1876 i 1878 una càtedra de Geometria Analítica a l'altura de les aleshores quasi desconegudes, a Barcelona, obres de Salmon, Hesse, Painvin i Carnoy, els dos darrers, segons confessen, inspirant-se en el primer.⁵

Mundi observa que té un alumne ja gran (nasqué l'any 1823), molt atent i aplicat, per això l'intriga, vol saber qui és. És Àngel del Romero Walsh, coronel retirat del cos d'enginyers, que aprengué Matemàtiques essent alumne de les classes que l'Armet donava a l'Acadèmia, obtenint-hi premi. Intimen, el porta a ca seva i veu que té una llibreria molt ben assortida en allò que fa a la Matemàtica; i que a qualsevol hora era oberta per a mi, aclareix en Mundi.

A través d'ell comença a comprendre Staudt i Des Argues, i a conèixer Chasles, La Gournerie, Abel i altres savis més.

Creu que cal fer-lo acadèmic; ho proposa, hom li fa cas i l'accepten.

El seu discurs d'ingrés (14 de febrer del 1878) és "Memoria sobre la historia e importancia de los estudios de Geometría moderna", que és una entusiasta lloança de la Geometria projectiva i un clam, a les autoritats, perquè s'ensenyi més Geometria, sobretot a la Universitat.

En Mundi fa consideracions sobre l'obra posterior d'aquest senyor; a destacar que l'any 1881 llegeix la memòria "Investigaciones sobre los siste-

mas polares"; pel que en diu es veu que els seus coneixements geomètrics estaven al dia.

"El favor més gran que he d'agrair-li", ens diu en Mundi, "i em complau declarar-ho, fou el d'haver-me aconsellat que substituís les teories complementàries de l'obra d'en Rouché que explicava jo en la meua càtedra de Geometria per la de posició o der Lage de Staudt que amb mètode i senzillesa incomparables, sense cap mena de barreja de càlcul, heu els mateixos coneixements que la seva germana l'analítica d'en Descartes, amb no menys generalitat i molt més de pressa. Els resultats obtinguts a la meua Càtedra han evidenciat la certesa de les seves asseveracions."⁶

En Mundi accedí a la càtedra universitària l'any 1881, essent catedràtic de Geometria Analítica i, per acumulació, de Geometria General.

Sobre el seu accés a la càtedra ens diu: "Sempre recordaré amb agraïment que a les lliçons que vaig explicar durant dos anys seguits a aquesta Acadèmia atribueixo l'èxit que vaig heure en les meves oposicions a la Càtedra de Geometria analítica, ..., en les quals se'm concedí per unanimitat el primer lloc de la terna..."

Interessa el que ens diu sobre la geometria general:⁷ "Convençut que Geometria General no pot significar l'elemental d'Euclides, i que en canvi pot admetre's com a tal qualsevol branca de la superior, em vaig decidir a explicar la projectiva, atenent a la seva evident importància, a la seva absència de l'ensenyament oficial i no tement, per altra part, que hi hagi ningú que s'atreveixi a posar en dubte la seva manifesta generalitat: de manera que aquesta Geometria, que es coneix amb els noms de projectiva, superior, pura, sintètica, moderna, de posició, de transversals, der Lage i no sé quantes més, la coneixen els meus alumnes amb un altre nom diferent encara, amb el de Geometria general, denominació que no és pas menys pròpia que algunes de les anteriors ni que l'adoptada per un company distingidíssim de la Central,⁸ en les seves brillants explicacions de Geometria descriptiva."

Aquest "company distingidíssim" és en Torroja.⁹

Aquest senyor precisa:¹⁰ "Habíame yo propuesto desde que de aquella asignatura¹¹ y de su enseñanza me había encargado, exponerla y explicarla por los fecundísimos procedimientos de la Geometría pura; y alterando el plan tradicional, hasta entonces seguido en las Facultades de Ciencias y Escuelas de España, resolví hacer preceder su estudio de unas nociones de Geometría *de la Posición* tomadas de la fundamental obra de Staudt y que no pude hasta mediados de 1884 publicar."

Com que en Mundi, per raó de les assignatures que donava, no tenia aquestes limitacions d'en Torroja, pot dedicar tot un curs a explicar Geometria de posició i això ja s'ha vist suara que és el que fa.

És l'any 1883, i per al curs que comença aleshores, que edita el Programa de Geometria general.¹²

Aquest curs els seus alumnes Juli Enamorado, Artur Ydrac, Lluís Cue-

llo i Artur Vidal, recullen els apunts de l'assignatura i l'octubre de 1884 ix el llibre autografiat *Lecciones de geometría de posición*.⁹

És el primer llibre a Espanya que es publica sobre aquesta matèria. Llibre de 760 pàgines i 57 lliçons.

El seu “company distingidíssim”, que pertanyia a organitzacions de caire catòlic, era Conseller d'Instrucció Pública i l'any 1899 publica el seu *Tratado de Geometría de la Posición y sus aplicaciones a la Geometría de la medida*, ben estampat i amb bons dibuixos, i que ve a ser el 1899 el llibre d'en Mundi de 1884.

L'any vinent es crearà a les facultats de ciències una nova assignatura, la Geometria Projectiva, que s'especifica ben clar que haurà de donar el catedràtic de Geometria Descriptiva: li fan a la mida, oi? I com que també s'hi indica ben clarament que el primer curs s'hi passarà Geometria Mètrica, en comptes de General, el pobre Mundi, el menjacapellans cal recordar-ho, es veurà obligat a donar Geometria *Mètrica*; la pregunta ve, ràpida, als llavis: per què no conservar el vell nom de Geometria general, que permet una gran maniobrabilitat?

En Domènec donarà a casa l'assignatura nova i encara que no ho hagi fet mai, se sap que s'ha declarat entusiasta d'aquesta Geometria.¹⁴

Ara, què fa en Mundi amb la seva “Geometria Mètrica”?

“La Geometria elemental que s'estudia en el segon ensenyament és principalment mètrica, per evitar repeticions procurarem només completar-la, donant per suposat que els nostres alumnes no han oblidat pas allò que allí han après, que per altra banda en la secció de problemes per necessitat caldrà repassar.”

És el que diu, i fa, en les seves lliçons de Geometria Mètrica de 1904. És una exposició en bona part de Geometria Projectiva.

Interessa citar la seva *Geometria General*, petit llibret, només 164 pàgines, un dels Manuals Soler, de la darrereria del segle passat, per la manera com l'estructura: Tipus cub, dóna les primeres nocions i passa al tipus esfera, fent-hi el mateix. Estudia, després, els polígons i políedres. Segueixen àrees i volums.

III.

En ésser nomenat catedràtic, en Mundi ben aviat publica el llibre de text: *Lecciones de Geometría analítica*, que veurà tres edicions en vida de l'autor: la primera el 1883, la segona el 1893 i la tercera el 1904.

Com que a Geometria General hi explica la projectiva, cal que encapçalli les seves lliçons amb uns prolegòmens de mètrica; en ésser a la tercera edició, l'entorn ha canviat, i molt, i ens aclareix: “Suprimim les teories que es donen a la Geometria Mètrica, com són la resolució geomètrica dels problemes algebraics i la teoria de projeccions.”¹⁵ Això no obstant, es dóna major

amplitud a la teoria de transformació de figures i es modifiquen bastant les teories de focus i directrius i de les asímptotes.”

Està content; ens ho diu a la segona edició: s'ha adoptat com a obra de text a la seva Universitat i a les de Madrid,¹⁶ Sevilla, Granada, L'Havana i a l'Escola general preparatòria per a Enginyers i Arquitectes; és premiada amb Medalla d'Or a l'Exposició Universal de Barcelona i, també al Certamen Universal de Chicago de 1893. És molt bon llibre i ha d'ésser certament innovador a casa.

Vegas, el professor d'analítica de Madrid, publica el 1894 (és catedràtic de l'assignatura des del 1891) la primera edició de la seva *Geometría analítica* en forma corrent, en un volum de 596 pàgines, però a la segona de 1907 ja fa com en Mundi, hi introdueix la projectiva. Aquesta hi és ben present en el llibret de 240 pàgines que li publica a Barcelona la casa Hereus d'en Joan Gili l'any 1908, *Elementos de Geometría analítica*.

IV.

En Domènec, el nostre catedràtic de Geometria Descriptiva, és un home ben precoç: acaba la carrera de Ciències, secció d'Exactes, amb Premi extraordinari de Llicenciatura, quan només tenia disset anys.

Elegit acadèmic per unanimitat l'any 1882, abans d'ésser catedràtic d'Universitat, que no ho serà fins a l'any 1888, si bé de Geodèsia, passant per trasllat el 1895 a ésser-ho de descriptiva.

Redacta un llibre de text no pas massa gruixut, només de 286 pàgines, *Tratado de Geometría descriptiva*, amb edicions successives, diria fins a la quarta, amb tota aparença de després de la guerra, que ultrapassen la vida de l'autor, mort el 1917.

A la coberta ja ho diu: Punts, rectes i plans. Representació i problemes relatius a aquests elements en els sistemes de projecció afitat, dièdric, axonomètric i cònic.

Conté cinc capítols: I. Determinació i representació de formes geomètriques (pàg. 1). II. Sistema afitat (pàg. 11). III. Sistema dièdric (pàg. 49). IV. Sistema axonomètric (pàg. 163). V. Projecció cònica o perspectiva lineal (pàg. 222).¹⁷ A més, 308 figures i nombrosos problemes proposats per a ésser resolts. És llibre que comença sense cap nota de presentació i que no porta any d'edició.¹⁸

Pel que es veu en Torroja s'hi posa molt abans (1876), però no publica llibre sencer de text, almenys els títols així semblen indicar-ho,¹⁹ fins passat força temps (1888).²⁰

V.

Segons Taton²¹ els escrits d'en Lobačevskij i d'en Bolyai (l'italià Beltrami “descobreix” en Saccheri molt més tard (1889)),²² així como la tesi d'en

Riemann, passen despercebut, i és entre 1866 i 1871 que se'n fa cas i obtenen gran difusió, alhora que se'n proposen diverses interpretacions i justificacions; el professor Hoüel de la Universitat de Bordeus ho tradueix quasi tot al francès. Aquest rebombori amb el temps s'apaivaga, però a les acaballes del segle es reviscola; esgotades les obres de l'etapa passada, s'editen de nou i recomença la brega.

En la *Crónica Científica*, 10 de juliol de 1884 (vol. VII) en Clariana en l'article «Nociones de Trigonometría general» (pp. 193 a 200), i seguint Tilly, exposa les idees de les noves geometries (en aquest cas en l'apartat de la Trigonometria): tracta de la Trigonometria d'Euclides o usual, de la simplement abstracta, corresponent a la Geometria de Gauss, i la Trigonometria doblement abstracta, corresponent a la Geometria de Riemann, i, cosa rara en ell, i no pas com farà més endavant, no s'hi mulla el cul: exposa els fets i res més. Pel que sembla aquest article, bo i essent el seu autor catedràtic universitari, passà sense pena ni glòria a Barcelona. Han de passar més de deu anys perquè s'hi organitzi el mullader, com es veurà tot seguit.

A casa res de particular no sembla menar a la polèmica, però en un moment determinat algú parla de Geometria no-euclidiana i... Aquest algú són en Domènec (març de 1898) i en Mundi (maig de 1898). Els contendents passen a ésser-ne en Mundi, en Domènec i en Clariana; al començ, el primer les accepta, el segon *se'n fa càrrec*, l'últim de cap de les maneres no les pot acceptar, i tant és així que exclama: "El picot revolucionari ja no respecta quasi res de les coses velles", després d'una forta invectiva contra en Lobačevskij, fent-hi, àdhuc, intervenir Déu per a tractar de menjacapellans els que hi creuen; i com que una de les obres del rus porta el nom de Pangeometria, lliga aquest nom amb el de panteisme.²³

Es convoca el Premi Agell per al bienni de 1905 a 1907: es premien dos treballs, un que pot ésser ben conflictiu, el de Josep Maria Bartrina Capella, *Tratado didáctico de las Geometrias no euclídeas*, i un de gens, el d'Esteve Terradas Illa. Aquest premi comporta, endemés, de veure publicat el treball com a *Memòria* (i és el que es fa el 1908), el nomenament d'acadèmic corresponent, ço és posar un peu dins la casa; el 1914 hi posarà l'altre, el faran acadèmic numerari.

Però, anem per pams. En Domènec dicta dues conferències el mes de març de 1898 a la Universitat de Barcelona.²⁴ Hi parla de les noves geometries: "Doncs bé: de conformitat amb allò que hem dit, tan racional és la Geometria euclidiana, com la de Lobačevskij, com la de Riemann..."

Ara bé: "... la primera, la d'Euclides, és només la que satisfà les propietats reals de l'espai, tal i com l'home el comprèn i l'aprecia, i per aquest motiu qualificaré la Geometria euclidiana de Geometria humana, creient que aquest adjectiu és el que comprèn més bé el seu doble caràcter de racional i conforme amb les condicions de l'espai en el qual operem."

En Mundi llegeix una memòria a l'Acadèmia.²⁵ Hi dóna entrada a les noves geometries. Com en Domènec, les cita totes i en diu coses.

Però l'escrit més ben informat i estructurat és el de 1906 d'en Domènec.²⁶ Hi dóna a conèixer les noves geometries. Hi cita tot autor que cal citar-hi, ens exposa tot allò essencial que diuen centrant-ho en el postulat V o el VI, segons el cas. Indica l'alternativa dels triangles (la suma dels seus tres angles és menor que π , Lobačevskij, igual a π , Euclides, i més gran que π , Riemann). Cita en Saccheri i en Lambert. Defineix conceptes nous: hipercicle, horicicle, hiperesfera, horisfera. Diu coses de la Trigonometria lobačevskiana. Indica que el nom Pangeometria ve perquè suposa el rus que la Geometria euclidiana és un cas particular de la seva, ja que no coneixia la d'en Riemann i en Helmholtz. Parla d'en Beltrami, de l'esfera i de la pseudo-esfera... Elogia aquest autor, bé que: "... , però aquesta interpretació (la d'en Beltrami) no resol res respecte a la realitat d'aquestes geometries, ni tampoc no en legitima l'existència." Afegeix que en aquestes geometries cal prescindir de les representacions gràfiques. Extensions dels postulats V d'en Lobačevskij i VI d'en Riemann a l'espai. Passa a veure si són concebibles els tres sistemes geomètrics pel nostre cervell i consegüentment aplicables en llurs conseqüències. Finalitza la Memòria incloent-hi una mena de resum de tot allò que ha dit.

L'obra d'en Bartrina²⁷ comença amb una introducció històrica. Després exposa allò que li ha passat en endinsar-se en l'estudi i el desenvolupament d'aquestes geometries, ja que la mentalitat la té euclidiana i costa molt de desfer-se'n.

Comença amb les lleis independents del V postulat d'Euclides i, tenint en compte que la Geometria de Riemann-Helmholtz no accepta el VI, ho destaca quan cal. La primera part inclou la Geometria hiperbòlica, o pseudosfèrica, o de Gauss, Lobačevskij i Bolyai. El seu segon capítol és dedicat a la Trigonometria. La segona part tracta de la Geometria el·líptica, esfèrica o de Riemann. El seu segon capítol, i com abans, és dedicat a la Trigonometria. Acaba amb l'índex, que encapçala la pàgina 275 d'un volum en grandària de foli.

VI.

Més que no seguir-lo, copiarem el Dr. Orts, car resumeix més bé que no ho podríem pas fer nosaltres allò que va passar.²⁸

L'infinit matemàtic des de temps tan llunyans com són els d'Aristòtil ja preocupava i és a partir del segle XVII en suscitar-se la controvèrsia entre Newton i Leibniz sobre el càlcul diferencial que es reprèn.²⁹

Ja entrat el segle XVIII, i a França, es tenen dues obres, una del Marquès de l'Hôpital, *Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes*, i la d'en Fontenelle, *Éléments de la Géométrie de l'infini*; aquella,

al dir d'en Bell,³⁰ de París 1730, cosa que aclareix en nota, bé que el text indica la data de 1693; cal recordar que el marquès morí l'any 1704.

Del d'en Fontenelle, que morí més que centenari, al Seminari Matemàtic de la Universitat de Barcelona hi guarden la segona edició, de 1727, deixalla d'en Clariana.

Diu el Dr. Orts: "... aquest (Fontenelle) admet no solament aquelles magnituds que poden esdevenir infinites, ço és l'infinit potencial o com a límit, sinó també aquelles altres que són "de facto" infinites, ço és l'infinit actual, arribant àdhuc a establir –bé que els raonaments manta vegada vinguin mancats de rigor– les operacions amb infinits de diferents ordres, amb la qual cosa pot, en certa manera, considerar-se'l com a precursor d'en Cantor." Posició que compartirà D'Alembert.³¹

Davant aquesta posició, s'hi encara Mac Laurin en el seu *Tractat de les fluxions* (traducció francesa del pare Paenza, 1749). En aquesta obra, s'hi reflecteix la manera de pensar newtoniana; la seva introducció, que constitueix una crítica força incisiva de la manera de pensar d'en Fontenelle, rebutja la legitimitat dels seus principis i, doncs, de les seves conclusions sobre les quantitats infinites preses en el sentit actual.

El Dr. Orts llegeix els treballs dels seus mestres, però:

"... l'examen dels treballs acadèmics que a continuació s'exposen, s'ha efectuat, no amb ulls d'ara, sinó amb ulls de la seva època i tenint en compte l'ambient matemàtic d'aquell temps, ço és, amb la perspectiva a què obliga la llunyania dels anys.

... la discrepància radica, fonamentalment, en el diferent abast que per a uns i altres cal donar en Geometria als elements de l'infinit, denominació inadequada en opinió d'alguns autors, entre d'altres Torroja³² i Enriques,³³ i que és causa que es confonguin certes propietats qualitatives amb altres de caràcter quantitatiu.

Mundi segueix Fontenelle i admet l'infinit actual i considera que els enunciats i propietats aplicables a cada un dels elements d'una successió d'ens o de figures geomètriques que depenen d'elements o paràmetres susceptibles d'adquirir valors tan grans com es vulgui, són així mateix vàlides per a l'element límit d'aquella successió, ço és per al que correspon al valor infinit dels paràmetres.

Domènec i Clariana, fidels a les idees de Mac Laurin, consideren l'infinit –(o indefinit, segons la denominació que accepten)– com quelcom d'inaccessible, i no admeten pas la validesa a priori de les conclusions que se'n dedueixen per extrapolació o pas al límit, la qual cosa condueix, a parer seu, a paradoxes i absurds inadmissibles. I si és cert que aquesta posició, mantinguda en termes radicals, pot implicar un principi de limitació, igualment rebutjable, ve en certa manera justificada pel fet que existeixen propietats de caràcter aritmètic, geomètric o funcional, que no es conserven pas en el pas al límit; i d'aquí neix precisament una de les qüestions centrals dins el terreny de l'anàlisi: la determinació de les condicions mínimes que permeten d'afirmar la invertibilitat d'un determinada operació o propietat amb el pas al límit;³⁴ problema que

en el cas concret de la integració dóna precisament origen a una de les més importants teories: la de les funcions denominades de Baire, la construcció de les quals es basa sobre la dels nombres transfinitos,³⁵ que han donat origen a interessants polèmiques que, en certa mesura, recorden les que hagueren de suscitar-se entre Clariana, Mundi i Domènec, en una època en la qual es trobava encara a les beceroles la teoria de conjunts, i, per tant, no havia arribat a casa l'eco de les idees d'en Cantor, circumstància, aquesta, que mereix destacar-se, ja que permet afirmar la independència i àdhuc, en certs aspectes, la prioritat d'aquelles controvèrsies entre els nostres acadèmics, respecte a les que anys a venir hagueren de suscitar-se entre els més eminents matemàtics.”

En Mundi, ja tan aviat com l'any 1880, però fora de la Universitat i de l'Acadèmia, insinua la seva manera de pensar.³⁶

Un article d'en Domènec³⁷ parla del concepte d'infinít, però posant-se en la Geometria: circumferència de radi infinit, que és la recta, rectes que es tallen com si es tallessin dues circumferències. Rebuig de la definició: dues rectes paral·leles tenen un sol punt comú i aquest es troba a l'infinít. Parla de l'abús que es comet en confondre la variable amb el límit i en operar amb l'infinít talment com s'opera amb els nombres. I així va seguint.

Ve el treball d'en Canalda³⁸, que és la descripció d'una màquina apta per a dibuixar una recta a partir d'una circumferència. En fa l'estudi geomètrico-analític. Parla de demostrar el principi admès en Geometria que considera la recta com si fos una circumferència de radi infinit; té diverses rectes i plans a l'espai, cada una d'aquelles té un punt a l'infinít i cada un d'aquests només hi té una recta; conclou que tots aquests punts i rectes es troben en una superfície plana: l'espai immens és clos per un pla a l'infinít.

Aquestes heretgies són les que revolten en Clariana i en Domènec, la resposta no es fa esperar, i és d'aquest darrer:³⁹ “... per no ésser condició de límit el que sigui del mateix gènere i mena de la variable que tendeix a aquest límit i s'hi apropa.”

“Fins ara si alguns confonien la variable amb el seu límit i volien batejar, amb el nom de circumferència, una recta, perquè aquesta podia considerar-se com a límit d'aquella quan el seu radi creixia indefinidament, encara no s'havia arribat a estampar en caràcters d'impremta (i sento a l'ànima que aquesta Acadèmia hagi hagut per fatalitat d'ésser la primera de fer-ho) que una porció limitada de recta fos una circumferència de radi infinit.”

En Mundi (1898) contesta precisant que és necessari fer-ho, ja que s'ataca allò que ell explica a les seves classes i que espera, fent-ho en treball de torn, que en haver passat temps, no ho farà dominat per la passió.

És un treball molt ben informat, va a pouar a les deus originals, i demostra que els seus oponents fan dir a certs matemàtics coses que no han dit mai. És excel·lent.⁴⁰

No feia pas massa que en Domènec havia dictat dues lliçons a la Universitat⁴¹ defensant la seva manera de pensar.

Ve una Memòria⁴² d'en Clariana, on exposa idees, sobre això, coincidents amb les d'en Domènec.

En Canalda, que va a la seva, impassible, llegeix ara⁴³ una nova Memòria insistint en la seva manera de pensar.

I arriba l'any 1900. Un dia en Mundi, entre els seus, a l'Acadèmia, llegeix un curt escrit (deuria durar, fent els dos dibuixos, cosa d'un quart): *Nota sobre el teorema de Pappus, su correlativo y corolarios que pueden deducirse*. El resum de la sessió⁴⁴ ens indica: "Acabada l'exposició de la nota científica que presenta el Dr. Mundi, va prendre la paraula el Dr. Clariana..."

Només aclarir que en Canalda, incansable, continua publicant treballs de la seva "especialitat": "El infinito matemático en la máquina de vapor de acción directa" i "La hipérbola curva cerrada, o el infinito matemático en el mecanismo de manubrios antirotativos".

VII.

L'any 1894 en Clariana llegeix la "Oración Inaugural" (del curs 1894-95 a la Universitat). És molt important: pel que hi diu, tenint en compte que la llegí el mes d'octubre de 1894, pels noms que hi cita, cosa que permet de fer comparances amb autors de l'interior i, sobretot, pels conceptes que encunya: "... ja que així com es dibuixa pel *centre* una com a tendència a l'escola alemanya, en canvi per *Catalunya* sembla que li cau millor l'escola anglesa que, sense marrades ni circumloquis, cerca les solucions als problemes." Això tira per terra el que se'ns deia fins ara que els nostres matemàtics només sabien francès; es veu que dominaven l'anglès, si no, com podien seguir els autors anglesos, que tant citen, si no en coneixien la llengua?⁴⁵

Era home amant d'assistir als Congressos; en té una particular visió i l'exposa. Els biògrafs diuen que anà als de París, Brussel·les, Múnic i Friburg; ara bé, pel que ens explica diria que assistí al de Chicago. En aquest, molt important per a nosaltres, s'hi premiaren alumnes seus (de Càlculs) (amb un honorós premi), el treball tractant de la funció gamma d'Euler. I, també, per la intervenció de Klein (en dues setmanes, dotze lliçons, aclareix en Clariana) exposa l'estat, aleshores, de la Matemàtica a Alemanya; "... si condensessin els pensaments més agosarats de la nostra època..., classifica Klein els matemàtics, d'acord amb els noms de lògics, formalistes i intuicionistes."

Parlant dels congressos: "Endemés, és possible que hi hagi qui se senti amb alè per a seguir aquest moviment vertiginós actual? Veritablement crec que no:

En efecte, per a aconseguir-ho, caldria començar per estudiar diferents llengües, tals com francès, anglès, alemany, rus i italià, a més del llatí i el grec, si es pretén abeurar a la font de coneixements;..."

La Matemàtica, per ell, és un arbre ufanós que cal esporgar, però la ne-teja cal fer-la a l'estil del mossèn del Quixot: "... sense més mirament que a la veritable Ciència."

VIII.

Un carrabiner valencià, Apolinar Fola Igúrbide (bé que nat a Sòria, visqué sempre a València), es féu matemàtic ell mateix. Publica "Investigaciones filosóficas sobre las cantidades imaginarias"; segons Echegaray s'havia avançat un segle amb els seus escrits, i fou nomenat acadèmic de l'Acadèmia de Ciències de Madrid; té un germà, Josep, que a Barcelona, el 1897, publicà "La Nueva ciencia geométrica", on pretén demostrar la quadratura del cercle i allò que hi demostra, entre altres coses, és que no sap sumar nombres irracionals o transcendents, cosa que li retreuen en Domènec i en Clariana; cal aquesta presentació ja que a vegades hom els confon.

Amb això comença una de les més divertides polèmiques que hom mai es podria imaginar, i que es recull en un llibre: *Controversia científica sobre la resolución dada a la cuadratura del círculo sostenida por D. José Fola Igúrbide, autor de dicho libro, y el padre Eduardo Llanas, escolapio, contra la impugnación de los Sres. Catedráticos de la Universidad de Barcelona D. José Domènec Estapà, profesor de Geometría descriptiva, D. Lauro Clariana Ricart, profesor de Cálculos y D. Miguel Marzal Bertomeu, profesor de análisis matemático*. Folleto número 1, Barcelona 1897. No en conec cap més, de fullet.

Com a mostra, en un moment determinat en Fola increpa en Domènec: "... aconsejar a los lectores⁴⁶ que no lean mi geometría, como si fuese V. el León XIII de la ciencia moderna."

Arriba tan lluny en Fola que en Domènec i en Clariana opten per callar i és aleshores que intervé el Dr. Marzal en la seva justificació de la retirada, ja que els dius coses gruixudes, i si no fixeu-vos en una, no pas gaire forta: en Fola diu a en Clariana: "... hubiese de topar con un señor catedrático erigido en juez supremo de la ciencia moderna... que nadie se atreviese a excomulgar mi libro llamándole inmoral y herético, bajo un tono de autoridad que ya lo hubieran querido para sí los reyes y pontífices de la Edad Media... Esa gloria estaba reservada al Sr. Clariana, quien por lo visto trata de hacer imperar una tiranía de nuevo cuño... la tiranía de la cátedra."

"¿Y qué es lo que sabe nuestro erudito a la violeta?"

Diu que quan s'ataca cal saber fer-ho i utilitzar un estil adequat: "Hasta en los combates de vida o muerte, más profundos y enconados, prefiere (es refereix al públic lector) siempre la estocada florentina, con daga de Damasco, a la cuchillada, a estilo tabernario, con navaja de Albacete."

I així es podria anar seguint per aquest camí; no acabariem mai; és molt millor que aneu a la Biblioteca Provincial i Universitària i consulteu aquest llibre: us hi fareu un panxó de riure.

Cosa rara, ni en Mundi ni cap més professor universitari perden el temps en aquesta contesa; i hi intervé en Marzal, personatge que mai no es fica en res.

NOTES

1. Equivalen al càlcul diferencial i integral.
2. "El principio de elección", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, (MRACAB), 3ª època, Tom XXXII, 9, 1957.
3. "Necrologia del Dr. Domènec", *MRACAB*, 3ª època, Tom XVIII, 8, 1924.
4. En Clariana en un escrit seu ("Breve estudio crítico acerca de la Matemática en el siglo XIX", *MRACAB*, 3ª època, Tom I) arriba a preguntar-se: "... si l'ésser aleshores (temps d'en Clariana) poc conegut en Cauchy és perquè era 'massa catòlic'."
5. No he pogut localitzar l'obra d'en Hesse, les altres les tenen a l'Acadèmia de Ciències: CARNOY, J., *Cours de Géométrie Analytique, Géométrie plane*, 2ª ed., Gand, 1876.
– *Géométrie de l'espace*, 2ª ed., Gand, 1877.
PAINVIN, L., *Principes de Géométrie analytique*, Douai, dos volums en 4º, 1866-1869. Autografiat.
SALMON, GEORGE, *A treatise on the haigh plane courves: intended as equal to a treatise in conic sections*. Segona edició, Cambridge, 1874.
– *A treatise on the analytic Geometry of three dimensions*. Tercera edició, ídem, 1874.
– *Traité de Géométrie analytique (sections coniques) contenant un exposé des méthodes les plus importants de la Géométrie et de l'Algèbre modernes*, ouvrage traduit de l'anglais sur la cinquième édition par H. Resak et V. Vaucheret, Paris, 1870.
– *Traité de Géométrie analytique (courbes planes) destiné à faire suite à un traité des sections coniques*. Ouvrage traduit de l'anglais par D. Chemin et suivi d'une étude sur les points singuliers par G. Halpen, Paris, 1870.
– *Traité de Géométrie analytique à trois dimensions*, ouvrage traduit de l'anglais sur la quatrième édition par D. Chemin, Paris, 1882-1901.
L'obra d'en Hesse és: *Vorlesungen über analytische Geometrie des Raumes*.
Per en Domènec en l'obra d'en Salmon: "No és possible reunir més errors en menys paraules."
6. Necrologia del Sr. D. Ángel del Romero, *MRACAB*, 3ª època, sessió del 26 de maig de 1900.
7. *Discurso inaugural que en la solemne apertura del curso académico de 1889 a 1890 leyó ante el Claustro de la Universidad el Dr. D. Santiago Mundi Giró, catedrático de la Facultad de Ciencias*, Barcelona, 1889.
8. És la de Madrid.
9. Eduard Torroja Caballé (Tarragona 1847-Madrid 1918), catedràtic d'Anàlisi Matemàtica a València i tot seguit (1876) a Madrid de Geometria Descriptiva.
10. Discurs de resposta al d'ingrés de Miguel Vegas Puebla Collado a l'Acadèmia de Ciències de Madrid el 13 de juny de 1909.
11. Vol dir la geometria descriptiva.
12. A la Biblioteca Arús en guarden un exemplar.
13. Només n'he localitzat un exemplar a la biblioteca de la RACAB.
14. "Absurdos geométricos que engendran ciertas interpretaciones del infinito matemático", *MRACAB*, 3ª època, Tom I, 1894. El seu discurs d'ingrés a la RACAB, no publicat, porta per nom *La Geometria proyectiva en el arte arquitectónico* (1883).

15. Paraules que abonen allò que s'ha dit sobre el contingut de caire ben projectiu de les *Leciones de Geometría métrica*.
16. Vegeu més endavant. En Vegas hi ocupà la càtedra el 1891 i el seu llibre de text és de 1894.
17. Els nombres entre parèntesis indiquen el nombre de les pàgines a la quarta edició.
18. A la casa Ortega han desmuntat l'estampa i ha desaparegut l'arxiu.
19. No els hem pogut localitzar per a fullejar-los.
20. *Programa y resumen de las lecciones de Geometría descriptiva explicadas en la Universidad de Madrid*.
21. *Histoire générale des Sciences*, Tom III, volum I, París, 1961 (1ª edició).
22. "Un precursore italiano di Legendre e di Lobacevskij", *Rendiconti Reale Accademia dei Lincei*, Tom V, 1889.
23. Vegeu la nota 4.
24. *Justa interpretación que debe darse al cero y al infinito matemático*, Barcelona, 1898.
25. "Influjo de Des Argues en la constitución de la Geometría moderna", *MRACAB*, 3ª època, Tom II, 1898.
26. "Geometría racionales y geometría real dentro de la finitud humana", *MRACAB*, 3ª època, Tom V, 1906.
27. *MRACAB*, 3ª època, Tom VII, 1908.
28. Vegeu la nota 2.
29. Gino Loria, *Storia delle Matematiche dell'alba della civiltà al tramonto del secolo XIX*, 2ª edició, 1950. Capítol XXX, "La grande contesa".
30. Eric Temple Bell, *Historia de las Matemáticas*, traduïda per Ramon Ortiz de la 2ª edició anglesa (de 1945), Mèxic, 1949.
31. Article, "infinit" a l'*Encyclopedie*, redactat per ell.
32. *Geometría de la Posición*, pàgina 17.
33. *Questioni riguardanti le matematiche elementari*, Tom I, pàgina 284.
34. És nota del Dr. Orts: "La inversió d'una determinada operació aritmètica o funcional amb el pas al límit es redueix freqüentment en últim terme a la d'un doble pas al límit, efectuat mitjançant dues operacions d'aquesta mena successives però no pas simultànies (vegeu, pel que fa al cas, Borel: *Leçon sur les fonctions de variables réelles*, 36)."
35. Són aquells el cardinal dels quals és definit.
36. A l'Ateneu Lliure de Catalunya (22-XI), del qual era president. És la conferència *Reseña histórica del progreso geométrico*, publicada el 1881.
37. Vegeu la nota 14.
38. "Aplicaciones de le Geometría cinemática. Transformación de la ecuación del círculo en la de la recta, cuando el radio adquiere una magnitud infinita, por medio del rombo de Peau-cellier", *MRACAB*, 3ª època, Tom I, 1894.
39. "Los mecanismos no pueden oponerse a las verdades matemáticas", *MRACAB*, 3ª època, Tom II, p. 223.
40. Vegeu la nota 25.
41. Vegeu la nota 24.
42. Vegeu la nota 4.
43. "Aplicaciones de le Geometría cinemática", *MRACAB*, 3ª època, Tom II, 1899.
44. *Boletín de la RACAB*, Tom I, p. 563.
45. En Clariana, a la carrera d'enginyer, hi estudia dos cursos de francès (primer, suspès el juny, recuperat el setembre (avantatjat); segon, bo) i dos d'anglès (primer, bo; segon, notablement aprofitat).
46. Com que es publica a *La Publicitat* es refereix als lectors d'aquest diari.

NOTA

Els clàssics de les noves Geometries els tenen tots, i traduïts al francès, al Seminari Matemàtic de la Secció de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona, la de la Gran Via 585. Per allò que fa a l'escrit d'en Saccheri, es troba a la Biblioteca de Catalunya en traducció a l'italià.

ECHEGARAY Y LA TEORIA DE GALOIS

per

SANTIAGO GARMA

Con el comienzo del reinado de Isabel II cambia la filosofía y la política educativa de los gobiernos monárquicos anteriores, y sin romper completamente con las situaciones pasadas, en la enseñanza superior se ofrece una nueva estructura universitaria y se crean las Escuelas de Ingeniería. La nueva organización aparece, de forma concreta, diseñada en la Ley de Moyano de 1857. Las Facultades universitarias serían seis, una de las cuales fue la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y las enseñanzas superiores de ingeniería serían impartidas en las Escuelas de Caminos, Canales y Puertos, Minas, Montes, Agrónomos, Industriales, y en la de Arquitectura.

Hasta entonces, los estudios científicos no habían logrado su sitio en la Universidad y la existencia de las Escuelas de Ingenieros iba a forzar su aceptación. Así pues, como reconoce Francisco Giner, “la universidad no comienza en realidad a renovarse, o más bien a ser removida, hasta los tiempos constitucionales... nuestro partido moderado (...) emprendió en múltiples tanteos y vertiginoso tejer y destejer, la reforma de nuestra enseñanza, sobre moldes análogos a los franceses” y continúa, señalando las principales características de reforma, “la secularización en todos los órdenes” y “una confianza que hoy (1916) nos parece ingenua y rayana en la superstición en la fuerza poco menos que omnipotente del precepto, de la reglamentación y de la ley. Esta confianza no es hija de la Revolución... sino del antiguo régimen de las monarquías absolutas.”¹

Esta breve reflexión, a principios del siglo XX, después de casi 50 años de cambios en la Universidad, permite entender cómo, en aquellas circunstancias, los resultados de la enseñanza superior iban a producir unos Licenciados e Ingenieros llenos de contradicciones. Estudiaron en unas Facultades y Escuelas cuyos planes de aprendizaje habían sido reproducidos del modelo francés, los libros de estudio eran la mitad de autor español y la otra

mitad de autor francés, y el trabajo académico obedecía a la idea de que el conocimiento se adquiría racionalmente aprendiendo lo ya descubierto por los científicos (geómetras e ingenieros) y estudiando la naturaleza, pero al mismo tiempo se creía que los conceptos, las teorías y las leyes científicas eran el resultado de mentes geniales que tenían profundos y extensos conocimientos científicos como un don, natural o divino, pero nacido con ellos.

Estos nuevos universitarios que llenarían la mayor parte del espacio cultural que había en la sociedad española, eran de una indudable valía científica, a pesar de sus profundas contradicciones entre la ambición de renovación científica y el mantenimiento de reglas de organización de la actividad universitaria e investigadora que satisfacían a los sectores más aristocráticos y conservadores de la sociedad española de la segunda mitad del XIX. Constituirían la generación que formó a científicos e ingenieros como Terradas, Rey Pastor, Torroja, Mataix y otros.

Entre los temas de matemáticas que más atrajeron la atención de los investigadores desde el final del siglo XVIII, y durante todo el XIX, destacaba notablemente el Álgebra que, además, es el campo en el que se obtienen resultados espectaculares. Lagrange, en 1798, y Serret en 1894 definieron que el objeto principal del álgebra era la solución de ecuaciones.²

El último resultado notable, con anterioridad al siglo XVIII, en el Álgebra procede del siglo XVI: la solución general a las ecuaciones de 3º y 4º grado. Los intentos posteriores para extender estos resultados a ecuaciones de mayor grado no tuvieron éxito, pero llevaron a especulaciones importantes que significaron un replanteamiento del problema y la fundamentación de las bases del Álgebra moderna.

El primer concepto que significó un planteamiento diferente del tradicional fue el de *sustitución*, que permitió asociar entre sí distintas permutaciones. El análisis sistemático de las soluciones conocidas de las ecuaciones de 3º y 4º grado llevó a Van der Monde, en 1770, y después a Lagrange, a considerar la ambigüedad introducida al determinar los radicales en las fórmulas de solución de las ecuaciones de grado menor o igual que 4. Lagrange demostró que los radicales cúbicos de la fórmula que resuelve la ecuación de 3º grado, según del Ferro, pueden escribirse en la forma $1/3 (x_1 + \omega x_2 + \omega^2 x_3)$,³ donde ω es raíz cúbica de la unidad, y x_1, x_2, x_3 , raíces de la ecuación, tomadas en un cierto orden. Entonces señala que la función de la forma $(x^1 + \omega x_2 + \omega^2 x_3)^3$ sólo toma dos valores distintos para toda permutación de las tres raíces. Un análisis semejante aplicado a las soluciones de la ecuación de cuarto grado le dio una función de las soluciones de la forma $\theta = x_1 x_2 + x_3 x_4$, tomadas éstas en un cierto orden, que para las permutaciones de las cuatro raíces tomaba tres valores distintos, lo que le llevó a comprobar que dicha función era raíz de una ecuación de tercer grado cuyos coeficientes son funciones racionales de los coeficientes de la ecuación dada. A partir de

estos resultados Lagrange se puso a estudiar la ecuación algebraica de grado n

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n = 0$$

y consideró una función $\sqrt[n]{v}$, de las raíces de esta ecuación, que puede tomar v valores al permutar las raíces. Demostró que este valor v es un divisor de $n!$ y también que si $\sqrt[n]{v_1}$ y $\sqrt[n]{v_2}$ son dos funciones racionales de las raíces de la ecuación tales que fuesen invariantes al hacer las mismas permutaciones de las raíces, entonces una es función racional de la otra y de los coeficientes de

la ecuación. Introdujo entonces la resolvente de Lagrange $y_k = \sum_{i=1}^{i=n} \omega_k^i x_i$,

donde ω_k^i son las potencias de la raíz n -sima de la unidad; después mostró que conocer estos n números implicaba conocer las raíces x_i e intentó determinar el grado de la ecuación que pueden satisfacer los y_k . Finalmente demostró que si n es primo, los y_k eran raíces de una ecuación de grado $n-1$ cuyos coeficientes son funciones racionales de una ecuación de grado $(n-2)!$. Lagrange resume su trabajo en tres puntos principales:⁴ "1º) todas las funciones semejantes de las raíces x' , x'' , x''' , ... de una ecuación se determinan precisamente por ecuaciones del mismo grado. 2º) este grado será siempre igual al número $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot \mu$ (donde μ es el grado de la ecuación dada) o un divisor de este número. 3º) para hallar directamente la ecuación más sencilla $\theta = 0$ por la cual cualquier función de las raíces x' , x'' , x''' , ... se determina, se necesita encontrar todos los valores distintos que la función puede tomar al permutar las raíces x' , x'' , ... y tomando estos valores como raíces de la ecuación buscada, se determinarán los coeficientes de la ecuación por procedimientos conocidos." Modernamente estas conclusiones han sido traducidas en forma de teoremas, uno de los cuales establece que en un grupo finito el orden de un subgrupo divide el orden del grupo.

Finalmente, Lagrange intentó aplicar los principios generales que había descubierto a la solución de la ecuación de quinto grado. Para que esta ecuación tenga solución debería ser posible determinar la *resolvente*; es decir, la expresión θ que toma r valores según las posibles permutaciones de las raíces que admite una función Ψ , de la forma $\Psi = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5$, y que tuviese las raíces de una ecuación de grado r cuyos coeficientes fuesen funciones racionales de los coeficientes de Ψ y de los coeficientes de la ecuación general. Lagrange pudo construir así una resolvente que tenía seis valores, necesitando que sólo tuviese cuatro, pero es que ésta no existía. Así pues, señaló que "se puede aplicar éste (procedimiento) a la ecuación de quinto o mayor grado, cuya solución no se conoce actualmente; pero esta aplicación necesita un gran número de procedimientos y cálculos, cuyo éxito final es dudoso, lo que no nos permite emplear en ello ahora más tiempo.

Esperamos poder volver, no obstante, en otro momento a este problema, y nos contentamos con dejar expuestos los fundamentos de la teoría que nos parece nueva y transcendente".⁵

Después de Lagrange, fue Paolo Ruffini (1765-1822) quien intentó demostrar la irresolubilidad de la ecuación de 5º grado. Son dos los trabajos en los que están expuestos principalmente sus ideas y la demostración de la irresolubilidad que, a pesar de su dificultad, se considera correcta. El primero de ellos fue la *Teoria Generale delle Equazioni*, de 1759, y el segundo la *Riflessioni intorno alla soluzione delle equazioni algebrache generali*, de 1813. En estos trabajos, la notación y las ideas eran continuación de las de Lagrange, pero tenía como dificultad el no haber encontrado una notación adecuada para expresar las permutaciones. Los resultados y los trabajos mismos de Ruffini fueron prácticamente ignorados por los matemáticos contemporáneos. Por ejemplo, Cauchy, que era considerado una de las mayores autoridades matemáticas de su tiempo, le escribió reconociendo que su demostración es correcta, pero sin embargo ni la incluyó en sus obras ni hizo referencia a ella. Por el contrario, Abel se refirió a la demostración de Ruffini en términos más decididos y claros: "El primero y, si no estoy equivocado, el único que antes que yo ha intentado demostrar la imposibilidad de la solución algebraica de una ecuación en general, ha sido el geómetra Ruffini. Pero su demostración es tan complicada que es muy difícil afirmar lo acertado de su razonamiento. Me parece que no son siempre satisfactorios."⁶

De la relación de nombres y trabajos dedicados al problema de la solución algebraica de las ecuaciones se puede inducir que, durante los siglos XVIII y XIX, fue considerado uno o, quizás, el más importante de los problemas del Álgebra. La ambición de reclamar el éxito de haber alcanzado una solución creó rivalidades entre los matemáticos más importantes de cada país como Lagrange, Cauchy y Gauss y motivó a jóvenes, menos conocidos, como Abel y Galois, en la exposición de otros puntos de vista que supondrían otra comprensión y el nacimiento del Álgebra Moderna.

Otro de los más famosos matemáticos que obtuvo resultados importantes en el desarrollo de la Teoría de Galois fue Carl Friedrich Gauss (1777-1855). En sus *Disquisitiones Arithmeticae*, publicada en 1801, se encuentra que como aplicación de algunos resultados, obtenidos en la teoría de números, a las ecuaciones trigonométricas demostró que la ecuación $x^n - 1 = 0$ tiene solución algebraica para cualquier entero positivo n . Aunque la demostración aparentemente no tiene nada que ver con la teoría de grupos, revisiones posteriores de la misma han establecido que es fundamental para la obtención de la mayor parte de las propiedades importantes de los grupos cíclicos. El estudio de esta ecuación llevó al de la ecuación $x^{n-1} + x^{n-2} + \dots + x + 1 = 0$ que pertenece a una clase especial de ecuaciones de la ecuación

general de grado n . Y Gauss era consciente de que su trabajo era un escalón para aproximarse a soluciones más generales. Así, refiriéndose a sus resultados, dice: "La discusión precedente tiene que ver con el descubrimiento de ecuaciones auxiliares. Ahora señalaremos una propiedad notable en relación con su solución. Todo el mundo sabe que los geómetras más eminentes han sido inefectivos al investigar la solución general de una ecuación de grado mayor que cuatro o (para definir la investigación más precisamente) en la reducción de ecuaciones mixtas a ecuaciones puras. Y no son pocas las dudas sobre que el problema no es tanto como que desafía los métodos modernos de análisis, como que se considera imposible... No obstante, es cierto que existen innumerables ecuaciones mixtas de distintos grados que admiten reducción a ecuaciones puras, y confiamos en que los geómetras encontrarán gratificante si demostramos que nuestras ecuaciones son siempre de esta clase."⁷ Estos resultados de Gauss fueron considerados por el mismo Galois, quien señaló la conexión entre ellos y su propio trabajo.

En la historia de la Teoría de Galois, Augustin-Louis Cauchy (1789-1857) tuvo un papel importante y controvertido en su intervención al juzgar las Memorias de Galois. Introdujo la notación para las permutaciones tal como se usa en la actualidad, y en 1815 publicó una *Mémoire sur le nombre des valeurs qu'une fonction peut acquérir, lorsqu'on y permute de toute les manières possibles les quantités qu'elle renferme*, memoria dedicada a demostrar un teorema basado en que "el número de valores diferentes que alcanza una expresión no-simétrica de n cantidades, no puede ser menor que el mayor número primo inferior a n , a menos que sea 2."⁸ Además contiene en embrión muchas de las ideas que después se usaron en la teoría de Grupos.

Después de este trabajo y de otro, en el que trata propiedades de los grupos y de las permutaciones, no volvió a tocar el tema de las permutaciones y sustituciones hasta pasados casi 30 años, y cuando lo hizo no se refirió en absoluto al primer trabajo. Esto quizá tuviera algo que ver con las diferencias con Galois y el reconocimiento, posterior, de la Academia de la importancia de sus trabajos.

Por fin, en 1824, en un artículo titulado "*Mémoire sur les equations algébriques, ou l'on démontre l'impossibilité de la resolution de l'equation générale du cinquième degré*", del noruego Niels Henrik Abel, se daba una demostración válida y reconocida como tal de la imposibilidad de solución de la ecuación de quinto grado.

Lagrange había llegado a determinar que la solución algebraica de la ecuación general de grado n

$$x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \dots + a_{n-1} x + a_n = 0$$

depende de la construcción de una sucesión de resolventes. Ruffini, que había entendido el problema, demostró que si la solución era posible, necesitaría más de una resolvente y Abel⁹ demostró que la forma general de la última resolvente, la que daba una raíz de la ecuación general, debería ser de la forma

$$x = q_0 + p^{1/n} + q_2 p^{2/n} + \dots + q_{n-1} p^{n-1/n}$$

en donde n es primo y $q_0, q_2, \dots, q_{n-1}, p$, expresiones algebraicas de los coeficientes de la ecuación general, y tal que $p^{1/n}$ no se puede expresar racionalmente en función de los términos $q_0, q_2, \dots, q_{n-1}$, lo que, esencialmente, es repetición de un resultado de Lagrange. Después, a partir de estas resolventes, correspondientes a las n raíces, Abel obtiene otras n -ecuaciones en las que las potencias de $p^{1/n}$ y los coeficientes $q_0, q_2, \dots, q_{n-1}$ son funciones racionales de las raíces, de la ecuación general de grado n propuesta, y de las raíces de la unidad. Una vez clarificadas las expresiones algebraicas y computados los sumandos de la última resolvente, Abel concluye que "si una ecuación general tiene solución algebraicamente, cada una de las raíces de la ecuación general puede ponerse en forma tal que las funciones algebraicas de que está compuesta pueden expresarse con funciones racionales de las raíces de la ecuación propuesta,"¹⁰ lo que es conocido como el teorema de Abel.

Después de combinar sus resultados con los de Cauchy, Abel supone que la ecuación general de quinto grado tiene solución y demuestra que una raíz de la ecuación general no puede ser racional en los coeficientes de la ecuación. Entonces la representación de una raíz debe contener una expresión algebraica de primer orden, v , donde $v = R^{1/m}$, siendo m primo y R racional con respecto a los coeficientes de la ecuación general dada y, así, simétrica respecto a las raíces. Hace uso de los resultados de Lagrange y Cauchy, concluyendo que los posibles valores para m son 2 ó 5; $m = 5$ le lleva, enseguida, a una contradicción, y $m = 2$ implica una expresión algebraica de segundo orden, que también le lleva a contradicción. Ambas contradicciones eran similares; la primera, por ejemplo, era consecuencia de que si la expresión $1/5 (x_1 + \alpha^4 x_2 + \alpha^3 x_3 + \alpha^2 x_4 + \alpha x_5) = R^{1/5}$ donde $\alpha^5 = 1$ definiese una raíz de particular de una ecuación de 5º grado para cualquier permutación de las cinco raíces x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 , el primer miembro tendrá 120 valores distintos y el segundo 10, contradicción que completaba la demostración de la imposibilidad de solución de la ecuación de 5º grado. Poco antes de morir, Abel publicó la "*Mémoire sur une classe particulière d'équations résolubles algébriquement*" en la que llegaba al importante resultado siguiente: "Si las raíces de una ecuación, de cualquier grado, están relacionadas entre sí de tal manera que *todas* estas raíces pueden representarse racio-

nalmente en función de una de ellas, que llamaremos x , y si, además, designamos dos raíces cualesquiera, como θx y $\theta_1 x$, se cumple $\theta \theta_1 x = \theta_1 \theta x$, entonces la ecuación que se considera tendrá siempre solución algebraica. También, si suponemos que la ecuación es irreducible y que su grado se expresa por $\alpha_1^{v_1} \cdot \alpha_2^{v_2} \cdot \dots \cdot \alpha_\omega^{v_\omega}$, donde $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_\omega$ son números primos diferentes, la solución de esta ecuación puede reducirse a la solución de las ecuaciones v_1 de grado α_1 , de las ecuaciones v_2 de grado α_2 , etc.¹¹

Lo cual, como dice Kiernan¹², con la terminología moderna, establece la solución algebraica de aquellas ecuaciones cuyo grupo de Galois es abeliano.

Evariste Galois (1811-1832), autor de los teoremas que se han dado en llamar Teoría de Galois, es quizás, en la Historia de la Matemática, uno de los matemáticos de vida más corta y con una biografía más estudiada casi que sus trabajos.

Su fama se debe principalmente a dos artículos: "*Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux*", y "*Des équations primitives qui sont solubles par radicaux*", que fueron presentados a la Academia y modificados varias veces. Hasta 1846 no pudieron conocerse, cuando fueron publicados gracias a Liouville, e inmediatamente después aparecieron referencias e interpretaciones de los artículos de Galois. El concepto de grupo que antes había sido dado por Lagrange, Gauss y Cauchy, pero referido a casos concretos, como el grupo simétrico, el grupo cíclico o el grupo alterante, fue tratado por Galois con toda generalidad al añadir la propiedad de clausura. Galois definió el grupo de una ecuación, que es el concepto fundamental de su teoría, definición que sigue siendo la misma, esencialmente, en un teorema con el enunciado que sigue:

"Sea una ecuación cuyas n raíces son $a, b, c \dots$. Siempre existirá un grupo de permutaciones de las letras $a, b, c \dots$ que tendrá las propiedades siguientes:

1º. Que toda función de las raíces, invariante ante las sustituciones de ese grupo, sea conocida racionalmente.

2º. Recíprocamente que cada función de las raíces que pueden expresarse racionalmente sea invariante ante estas sustituciones."¹³

Al demostrar la existencia del grupo de una ecuación encuentra algunas dificultades, que desaparecen al definir lo que hoy día se conoce como subgrupo normal. Entonces aparece con más claridad qué es el grupo de una ecuación, que cumple las dos condiciones siguientes:

1º. Toda función F de las raíces invariable ante las sustituciones (permutaciones) de este grupo podría escribirse $F = \psi V$ (una función racional de la raíz V) y se tendrá

$$\psi V = \psi V' = \psi V'' = \dots = \psi V^{(n-1)}.$$

El valor de la función F puede determinarse racionalmente.

2º. Recíprocamente, si una función F es una función racional $F = \psi V$ se cumplirá que

$\psi V = \psi V' = \psi V'' = \dots = \psi V^{(n-1)}$ ya que la ecuación en V no tiene divisores conmensurables y V es solución de la ecuación racional $F = \psi V$, en la que F es una cantidad racional. Entonces la función F será invariable ante las substituciones (permutaciones) del grupo (de las n permutaciones de una función racional de las raíces de una ecuación).¹⁴

Galois muestra cómo este concepto de grupo corresponde con el desarrollo que hace Lagrange para la solubilidad de una ecuación, en la Proposición V.

La segunda proposición que plantea Galois dice que si se hace la adición de raíces de una ecuación auxiliar irreducible a una ecuación dada (al cuerpo de coeficientes) se produce que el grupo de la ecuación no cambia o una partición en subgrupos conjugados; es decir, el conjunto de permutaciones se descompone en clases tales que las permutaciones en las respectivas clases forman grupos conjugados.

La tercera establece que estos grupos conjugados tienen además la propiedad de que las substituciones son las mismas en cada grupo, es decir, que el subgrupo común es normal. Precisamente, al adjuntar una raíz se le adjunta todas.

El procedimiento que expone Galois es el siguiente: para resolver una ecuación dada $f(x) = 0$ algebraicamente, se encuentra una expresión V racional de las raíces, es decir, que todas las raíces tienen una expresión racional en V . Entonces se encuentra la ecuación $F(V) = 0$, cuyas raíces son los valores $V_0, V_1, \dots$ que V toma al permutar las raíces, y sea $\theta(V) = 0$ un factor de la ecuación irreducible sobre el cuerpo de coeficientes de la ecuación original $f(x) = 0$. El conjunto de permutaciones de los valores de V que son raíces de $\theta(V) = 0$ es el grupo G de la ecuación $f(x) = 0$.¹⁵

Como hemos podido ver, la Teoría de Galois fue el final de un problema que dió origen, en años sucesivos, al desarrollo del Algebra Moderna que adquirió su forma en el libro que Van der Waerden publicó en 1930. El desarrollo de la teoría y los comentarios a que dio lugar ha terminado en una teoría de Galois casi irreconocible, si se compara con las primeras redacciones, pero mucho más comprensible. Entre los matemáticos que trabajaron la teoría se encuentran nombres tan significativos como los de Betti, Serret, Jordan, Weber, Van der Waerden y, finalmente, Artin.

Mientras los matemáticos franceses y alemanes debatían complicados problemas, las instituciones educativas españolas, especialmente las Universidades y las Escuelas de Ingenieros, recuperaban en unos casos y aprendían en otros el interés por los conocimientos científicos. Por un lado, la moderación en las reformas, que mantenían una estructura profesoral jerárquica y poco numerosa y, por otro lado, el interés por aprender de estudian-

tes como Galdeano o Echegaray, daba como resultado una situación llena de contradicciones. A través de un hecho que debería haber sido importante, como fue la exposición de la Teoría de Galois por Echegaray, podemos conocer y comprender la historia de los científicos e ingenieros que crearon las condiciones para el aprendizaje y desarrollo de la ciencia, y en este caso, de la matemática, en España.

Don José Echegaray¹⁶ nació en Madrid en 1832; fue ingeniero de Caminos a los 20 años y, después de ejercer la profesión durante unos años fuera de Madrid, a partir de 1855 se convirtió en profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos.

A lo largo de su vida académica impartió y publicó cursos de matemáticas y física cuyo contenido recogía las teorías más modernas que se habían desarrollado hasta el momento, en Geometría, Física, Cálculo de Variaciones, Termodinámica, Matrices y Determinantes y Física Matemática.

Todos los esfuerzos de Echegaray estuvieron dirigidos a conseguir que en las Escuelas y Universidades se enseñasen matemáticas modernas, se formasen buenos ingenieros y matemáticos y que las investigaciones matemáticas tuvieran el nivel necesario para ser reconocidas por los científicos de todo el mundo.

Sin entrar a discutir la inestable situación social, política y económica del país a fines del siglo XIX, que condicionaba el trabajo de científicos e ingenieros, podemos afirmar, una vez más, que si bien la enseñanza superior era laica y tenía una estructura modernizada, en relación con la que había durante el primer tercio de siglo, no estaba respaldada por una política educativa, no se contaba con los medios materiales y económicos suficientes, ni los responsables de la misma entendían siquiera que fuese necesario organizar la investigación.

Así es que, debido probablemente, como ya se señaló al principio, a la timidez de las reformas administrativas de los moderados de la época, grupos de intelectuales optaron por fundar sociedades e instituciones que supliesen con su actividad la falta de capacidad y de flexibilidad de las Instituciones públicas para extender y hacer llegar la cultura y la ciencia a la recién nacida burguesía.

Una de estas instituciones, radicada en Madrid, fue el Ateneo, que pronto adquirió fama de entidad progresista, polémica y difícil de contentar. La imagen que daba el Ateneo al resto de la sociedad española y a los círculos intelectuales europeos estaba marcada fuertemente por las polémicas que los parlamentarios mantenían en torno a los proyectos políticos gubernamentales. Era la institución culta y dedicada a la cultura por excelencia, lo que en este país quiere decir literatura y arte. Sin embargo el aula de ciencias y los trabajos científicos que se desarrollaron en el ateneo fueron aquellos que ni la Universidad ni las Escuelas de Ingenieros podían emprender. Por

ello no es de extrañar que Echegaray ofreciese un curso sobre un tema tan complicado como la Teoría de Galois, que duró dos años, en el Ateneo y no en la Universidad o en la Escuela de Ingenieros. La Universidad y la enseñanza superior en general tendrían que esperar para recibir el fruto de su trabajo y sus esfuerzos modernizadores hasta los primeros años del siglo XX.

Otras de las consideraciones necesarias para entender que, en cierto sentido, la actividad científica más significativa se hiciese fuera de la Universidad, como en el siglo XVIII, son las que deben hacerse sobre las características de la formación de los científicos e ingenieros del último tercio del XIX. Por un lado, estaban los criterios docentes impuestos, tomados parcialmente de la Universidad napoleónica y el concepto de ciencia e incluso la idea de matemática como ciencia teórica de la que sólo importaban sus aspectos aplicables y de ciencia útil. Por otro lado la ruptura en una tradición educativa universitaria llevó a que Echegaray, en nuestro caso, y la mayor parte de los científicos de su generación, fueran autodidactas y aprendieran matemáticas y los aspectos más complicados de las mismas leyendo por su cuenta, sin orientación alguna, empleando textos franceses o alemanes. Esta forma de aprender les dio seguridad en sí mismos, y les permitió sentirse una clase intelectual superior. En 1866 Echegaray entró en la Academia de Ciencias; su discurso de ingreso versó sobre la Historia de las Matemáticas en España, y en él se encuentran todos los tópicos de los progresistas del XIX sobre la Historia de la Ciencia en España. La idea principal fue que en España no se habían hecho nunca matemáticas y que no existía un sólo matemático científicamente presentable, en toda la historia del país. El discurso originó diversas protestas y sirvió de revulsivo a la intelectualidad de la época, que años después se enzarzaría en una polémica, segunda parte, sobre la existencia o no de ciencia en España.

Pero una idea subyacente, referida a la forma de concebir cómo se producen las ideas científicas, era la que más afectaría el trabajo científico de Echegaray. Para él, Newton, Euler, Lagrange, fueron genios que produjeron matemáticas. Los problemas matemáticos que planteaban estaban resueltos cuando llegaban a soluciones numéricas, los números que empleaban eran los naturales, los racionales y los reales y la diferencia entre ellos es que son distintos. Los nuevos problemas matemáticos y los resultados que se encuentran no son más que el final de una historia que comenzó cuando se planteó el problema. Este resumen de ideas que se encuentran en el trabajo de Echegaray son consecuencias obtenidas de la lectura del tratamiento que da a los problemas, como el de la resolución algebraica de ecuaciones, y que permite adivinar que existe, en la concepción de Echegaray, el lastre de una formación matemática anclada o enlazada en o con la comprensión más simplista de la matemática, lo que le impidió, a pesar de la inmensa informa-

ción que acumuló, entender que lo que había cambiado en las matemáticas era la comprensión del problema.

En 1896 y 1897, en el aula de Ciencias, impartió el curso sobre la *Teoría de Ecuaciones y Teoría de Galois*, que fue impreso casi inmediatamente en dos tomos de 500 y 200 páginas aproximadamente.

Desde el primer momento, nada más comenzar la lectura del texto de Echegaray, se percibe el enorme esfuerzo realizado para llegar a exponer estas lecciones. Echegaray cita los textos clásicos, como son los de Lagrange, Cauchy, Galois, Abel y Gauss, y también las últimas producciones matemáticas referidas al tema, y cita las obras de Jordan, Lie, Serret, Netto, Tannery y Vogt. El esfuerzo de lectura va acompañado, gracias a unas condiciones pedagógicas excelentes, de una simplificación de los problemas que frecuentemente se desliza hacia la trivialización de los mismos. Ahora bien, la exposición de los temas es sistemática y completa.

En el tomo 1º, que examinamos ahora, dedica las cuatro primeras lecciones a consideraciones generales y a recordar los procedimientos algebraicos, y de inmediato empieza a plantear la solución de una ecuación de grado n .

Define y explica las funciones simétricas, las ecuaciones binomias y llega a tratar detalladamente el problema de la solución de las ecuaciones de 2º, 3º y 4º grado, señalando en que consiste la resolvente.

Las cuatro lecciones siguientes desarrollan ordenadamente la teoría de las sustituciones y continúa con la teoría de grupos conocida hasta entonces. Aplica las sustituciones al estudio de las raíces de una ecuación y estudia el cuadro de Cauchy. Después seguirá con el estudio de funciones enteras, racionales algebraicas, reducibles e irreducibles, para acabar exponiendo las teorías de Galois y Abel y las consecuencias de éstas.

Ahora importa destacar lo siguiente: en cuanto a la notación, la exposición es correcta, recoge la usada habitualmente por los autores de las memorias citadas anteriormente y de entre ellas la más moderna. A lo largo de las lecciones hay una preocupación notable por hacer fáciles y asimilables los conceptos, teoremas y demostraciones que se dan. Para lo cual inmediatamente relaciona y traduce cada problema algebraico a un problema geométrico. Es decir, que para Echegaray la ecuación general $x^n + p_1 x^{n-1} + p_2 x^{n-2} + \dots + p_n = 0$, se puede interpretar como una suma de vectores cuyos extremos son puntos. Pero acompaña esta simplificación con afirmaciones muy personales que hacen pensar que las lecturas matemáticas de Echegaray si bien habían sido abundantes también fueron poco profundas. Al exponer el problema que va a estudiar, dice:¹⁷

“Pretendemos sólo estudiar el problema de la resolución de una ecuación con una incógnita

$$x^m + p_1 x^{m-1} + \dots + p_{m-1} x + p_m = 0$$

en la que x es la incógnita y $p_1, p_2, \dots, p_m$ son cantidades conocidas: reales o imaginarias, *poco importa*.” Este “poco importa” se repite varias veces en las lecciones y nos permite conocer las intenciones de Echegaray. Esta situación se repite cuando, por ejemplo, usa el concepto de “grupo” cuya definición no es rigurosa, ni siquiera correcta.

En los capítulos dedicados a la exposición de las teorías de Galois expone la demostración informalmente, respetando el texto de Galois y le da un repaso bastante claro y didáctico a la teoría; después es cuando enuncia el teorema de Galois como conclusión de su discurso:¹⁸

“Supongamos una ecuación cualquiera de grado n ,

$$x^n + p_1 x^{n-1} + \dots + p_n = 0$$

ecuación que, para abreviar, representamos por $f(x) = 0$.

Poco importa para nuestro objeto que $f(x)$ sea o no sea irreducible; pero supondremos *expresamente que sus raíces son todas desiguales*, y designémoslas, como siempre, por $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$.

Formemos una función de estas raíces V , función que supondremos racional y que designaremos por

$$V = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Esta función que, como queda dicho, ha de ser racional en $x_1, x_2, \dots$ ha de cumplir con esta condición: que para todas las permutaciones de las raíces ha de dar valores distintos. Es lo que hemos llamado una función de N valores, siendo $N = 1, 2, 3, \dots, n$.”

Este teorema también se lo atribuye Echegaray a Abel aunque su demostración dice que es de Galois. Como se vio antes, el enunciado de Echegaray no coincide exactamente con el de Galois, en el que incluye el enunciado de lemas, concretamente el Lema II, confundiéndolo con el teorema. Aunque la exposición es clara y didáctica, en un primer análisis, se demuestra que es insuficiente y que Echegaray no ha entendido la memoria de Galois.

Finalmente, y por lo que afecta a los conocimientos científicos en España a fines del siglo XIX, esta primera exposición de la Teoría de Galois – así como la de las lecciones de Física Matemática que Echegaray impartió en la Universidad – sirvieron indudablemente para sensibilizar y hacer sentir la necesidad de estudiar matemáticas contemporáneas (el ponerse al día) a la generación de matemáticos que sucedió a la de Echegaray y Galdeano. De esta generación formaron parte Esteban Terradas, Eduardo Torroja y Julio Rey Pastor, entre otros. Este último fue el primer matemático que incluyó como tema dentro de un curso regular la teoría de Galois.

Esta generación comenzó su vida académica en torno a 1910 y se puede afirmar que habiendo sido educados científicamente por profesores sensibles y atentos a los progresos de la matemática, aunque no llegasen a comprender totalmente el significado de los problemas discutidos en el seno de la comunidad matemática europea, superó la capacidad de investigar en matemáticas hasta alcanzar la atención de destacados matemáticos europeos. El nivel de discusión científica al que llegaron los ingenieros y matemáticos españoles corresponde con los que existían en Francia, Italia o Alemania; esto se ve muy claramente, por ejemplo, en las actas de la oposición a la Cátedra de Ecuaciones Diferenciales de la Universidad de Madrid en 1932 a la que concurrió Esteban Terradas y que fue glosada por Norberto Cuesta Durari.¹⁹ Estas esperanzas de renacer científico fueron truncadas, una vez más, por la guerra iniciada con la sublevación de Franco en 1936.

NOTAS

1. Francisco Giner, *Obras Completas*. I. Madrid, 1916, pp. 9-11.
2. Melvin Kiernan, B., "The Development of Galois Theory from Lagrange to Artin." *Archives for History of Exact Sciences*, (8), 1971, pp. 40-154.
3. Lagrange, J.L., *Oeuvres*, París, 1867-1892, vol. 3, p. 213.
4. Ibidem, *Oeuvres*, III, 373-374.
5. Ibidem, *Oeuvres*, III, 403.
6. Abel, N.H., *Oeuvres complètes*, nouvelle edition, editadas por Sylow, L., y Lie, S; Christiania, 1881, t. II, p. 218.
7. Ibidem, Melvin Kiernan, B., p. 63.
8. Ibidem, p. 65.
9. Abel dedicó expresamente tres artículos, además del citado, al planteamiento de la discusión de la solución de la ecuación de quinto grado y de grado n : *Démonstration de l'impossibilité de la résolution algébrique des équations générales que passent de quatrième degré*, *Mémoire sur une classe particulière d'équations résolubles algébriquement* y *Sur la résolution algébrique des équations*; Abel, N.H., *Oeuvres*, I, pp. 66-94; pp. 478-507, y, II, pp. 217-243.
10. Abel, I, p. 75.
11. Ibidem, p. 479.
12. Ibidem, p. 71.
13. Galois, E., *Ecrits et Mémoires Mathématiques*, édité par Robert Bourgne et J.-P. Azra, Paris, 1962, p. 51.
14. Ibidem, Galois, E., p. 53.
15. Ibidem, Kiernan, p. 84.
16. Sobre la biografía de Echegaray pueden verse los artículos de Sánchez Pérez, J.A., "Echegaray, rasgos biográficos", *Revista Matemática Hispano Americana*, 7, 1932, p. 49-58; Garma, S., "La primera exposición de la Teoría de Galois en España", *Llull*, 3, 1979, p. 7-14. y Garma, S., "Echegaray y Eizaguirre, José," en *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*, ed. José M. López Piñero, Thomas F. Glick, Victor Navarro Brotons y Eugenio Portela, vol. I, Barcelona, 1983, pp. 292-294.
17. Echegaray, J., *Resolución de Ecuaciones y Teoría de Galois*, 2 vol., Madrid, 1897, I, p. 10.
18. Ibidem, Echegaray, I, págs. 381-382.
19. Cuesta, N. "Don José Barinaga In Memoriam", *Gaceta Matemática*, 3-4, 1966, pp. 63-86.

INSTITUCIONES CIENTÍFICAS E IDEOLOGÍA EN LA ESPAÑA DE 1940 A 1955

per

CARLOS LÓPEZ FERNÁNDEZ

INTRODUCCIÓN

Dentro de nuestra reciente historia de la ciencia, es innegable que uno de los períodos más interesantes y significativos es el de la postguerra civil (1940-1955). Y ello es así no sólo porque dicho período ofrece la posibilidad de estudiar el impacto que sobre nuestra ciencia tuvo el conflicto bélico, sino también porque debido al cambio radical experimentado a resultas del mismo en todos los ámbitos (sociales, políticos y económicos) de nuestra sociedad, las instituciones científicas que surgieron o se mantuvieron tras la guerra se vieron obligadas a vivir un complejo, y a veces traumático, proceso de nueva institucionalización, en el cual, a nuestro parecer, se encuentran las claves y fundamentos del desarrollo científico español que ha desembocado en nuestra situación actual.

Desde luego, con esto no estamos afirmando nada excepcionalmente original, pues basta hojear cualquier historia del franquismo, sea cual fuere la perspectiva ideológica desde la que esté escrita, para observar cómo siempre se dedica un extenso apartado al estudio de la ordenación de la actividad científica durante la etapa de postguerra. Claro que, a nuestro juicio, dichos estudios adolecen siempre de una doble limitación. Por una parte, no podemos olvidar que se llevan a cabo en el seno de historias generales y no de historias de la ciencia, con lo que aspectos tan esenciales para ésta como el análisis sociométrico y/o temático de la producción científica son marginados en beneficio de enfoques socio-institucionales. Por otra, esos estudios suelen tomar como único punto de referencia una institución muy concreta, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y ello aún con importantes limitaciones,¹ olvidándose de otras instituciones cuya incidencia, aunque menos espectacular, fue verdaderamente notable.

Por nuestra parte, y desde hace ya algunos años, ha venido siendo objeto de especial atención la historia de la física española durante el período franquista,² pero el presente trabajo tendrá un ámbito más amplio. En él, intentaremos aportar datos sobre el ambiente institucional en el que se desenvolvió nuestra actividad científica general en los años que siguieron al final de la guerra civil.

Para ello, y en consonancia con lo anteriormente expresado, aunque mantendremos como marco de referencia general al CSIC, centraremos nuestra atención en otras dos instituciones, como la Real Sociedad Española de Física y Química (RSEFQ) y la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (AEPPC), que no por menos estudiadas dejan de tener una altísima significación en el contexto científico-institucional del inicio del franquismo.

Tanto la RSEFQ como la AEPPC estaban en pleno funcionamiento varios años antes del inicio de la guerra civil, y por consiguiente ofrecen la posibilidad, tanto o mejor que el CSIC respecto a la Junta para Ampliación de Estudios (JAE), de estudiar en base a sus actividades las secuelas de la guerra. Asimismo, si significativos son los actos fundacionales del CSIC, no menos significativa es (oportunidad tendremos enseguida de probarlo) la celebración en Zaragoza del XVI Congreso de la AEPPC en diciembre de 1940, el cual, organizado conjuntamente a la III Reunión Nacional de la RSEFQ (primera tras la guerra), convierten a dicho evento en uno de los momentos clave a la hora de estudiar la nueva organización institucional de la investigación científica durante la postguerra.

Tampoco podemos olvidar que la AEPPC celebró su XV Congreso en plena guerra civil y en la ciudad de Santander, a la sazón ya plenamente incorporada a la zona "nacional", con lo que la presumible adscripción ideológica de sus miembros la convierten en una institución que es una excelente piedra de toque para elucidar el comportamiento sociológico y el concepto de Ciencia detectado por la clase científica adicta al régimen naciente. Por su parte, la RSEFQ, aunque restringida al ámbito de las investigaciones físico-químicas, precisamente por ello, y ante el prestigio y plena consolidación que éstas habían alcanzado en los años treinta, es una institución idónea para intentar concretar el impacto producido por la guerra.

En definitiva, y sin la menor pretensión de cerrar el tema con el presente trabajo, vamos a aproximarnos al estudio del ambiente institucional que impregnó la puesta en marcha de la investigación científica en el inicio del franquismo a través de las dos instituciones antes citadas. Para esto nos marcaremos dos direcciones principales de trabajo. Una será el estudiar la posible depuración efectuada al nivel de investigadores científicos a resultados de la guerra. Otra hará referencia a la explicitación del sustrato ideológico-religioso subyacente al normal desarrollo de las actividades científicas en las

instituciones objeto de nuestro estudio. Con ello no habremos hecho más que iniciar el estudio de dos de los muchos aspectos que procedería investigar.

DEPURACIÓN

Ya que el CSIC era una institución de nueva creación tras la guerra civil, pese a que sea más que evidente su componente de réplica administrativa frente a la JAE, difícilmente puede elegirse entonces como un organismo adecuado para estudiar la forma y efectos de una hipotética depuración entre los investigadores españoles a raíz de la guerra. Por su parte, dada la trayectoria de la AEPPC, es de suponer que en el seno de la misma se dió una autodepuración antes de la postguerra, y aún ello en el caso de que la misma hubiera sido precisa. Así pues, por eliminación, parece ser la RSEFQ la institución más apta para el estudio de este tema.

Revisando a este respecto las actas de su órgano de expresión, los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, durante los años inmediatamente posteriores a la guerra civil, la situación no tarda en quedar plenamente clarificada. Así, nos encontramos con que en una de las primeras reuniones preparatorias de la reanudación de actividades, antes incluso de estar constituida oficialmente la primera Junta Directiva (que por cierto, lo estará mediante designación directa del Ministro de Educación), uno de los asistentes, el Sr. Sellés, "... pide permiso al Sr. Presidente para dar lectura a un escrito de tanta importancia a su juicio, que el resto de la sesión y el funcionamiento general de la Sociedad pueden verse alterados por su contenido". Escrito que dice textualmente:

"Ilmo. Sr. Presidente de la RSEFQ:

Los abajo firmantes, miembros de esta Real Sociedad, tienen el honor de exponer a V.I. lo siguiente:

Teniendo en cuenta el carácter semioficial de esta Sociedad, las subvenciones que recibe de distintos ministerios y el ejemplo dado en Sociedades análogas, a V.I., como Presidente, se propone que vea el modo oficial de conseguir que esta Real Sociedad sea depurada siguiendo las normas que han venido aplicándose en todos los demás organismos oficiales y semioficiales. Y mientras esto se realiza, solicitan a V.I. se suspendan las reuniones normales de la Sociedad, así como el ingreso de nuevos socios, estimando los que suscriben que este acuerdo no sólo será bien acogido por las autoridades, sino que además serán dadas las mayores facilidades para la urgente resolución del mismo.

Dios guarde a España y a V.I. muchos años. Madrid, 2 de Octubre del Año de la Victoria."³

Con esta petición, la vía a la más contundente depuración quedaba explícitamente abierta. La posible esperanza de que, dado el carácter científico

de la RSEFQ, se hubiera producido en el seno de ésta un giro benevolente hacia aquellas personas que, sin estar políticamente alineadas con el bando vencedor, hubieran demostrado sobradamente su prestigio como investigadores científicos, se ve truncada antes de nacer.

En base al escrito presentado, queda claramente establecido el hecho de que es la misma Sociedad la que pide expresamente su propia depuración, sin que desde un punto de vista riguroso esta responsabilidad pueda achacarse a instancias gubernamentales, dado que, según se indicó, la Junta Directiva entonces actuante aún no tenía confirmado su nombramiento a nivel ministerial.

La petición fue tomada en consideración de inmediato, llevándose a cabo, tal y como en ella se solicitaba, la paralización de las reuniones de la Sociedad. Éstas no se reanudaron hasta dos meses después, concretamente el 4 de Diciembre de 1939, fecha en la que se proclamó la primera Junta Directiva oficial, la cual, como era fácil suponer dada su designación ministerial, dio cumplida satisfacción a las intenciones depuradoras al proponer, en el primer acto de su mandato, las normas por las que habrá de regirse la depuración de la Sociedad.

Esta normativa, inmediatamente aprobada por los asistentes, constaba de tres únicos puntos:

1º. Quedan dados de baja todos aquellos miembros de la Sociedad que hayan merecido o merezcan sanción de los Tribunales de Justicia por antecedentes o hechos que guarden relación con el Glorioso Movimiento Nacional.

2º. Hasta la publicación de la lista definitiva de miembros de la Sociedad, y para tomar parte activa en la misma, será condición precisa no hallarse comprendido en ninguno de los casos que determina la Ley de Responsabilidades Políticas.

3º. Continúan perteneciendo a la Sociedad, en la misma forma de siempre, las entidades oficiales o las privadas de carácter comercial, industrial o docente que pertenecían a ella con anterioridad al Glorioso Movimiento.

La segunda de estas normas se considerará vigente también para los nuevos socios, hasta su admisión definitiva.”⁴

Si la normativa a aplicar es, como se ha visto, taxativamente clara, no menos claras resultan las razones que impulsan a unos miembros a proponerla y a otros a aceptarla. Así, en la primera memoria presentada por la Junta Directiva tras la guerra, precisamente en la Reunión de Zaragoza, se reafirma abiertamente la necesidad e importancia de la depuración efectuada, dando como razón esencial para ello:

“... el mantener la unidad en la Real Sociedad y evitar que la amplia difusión de sus sesiones científicas y de los *Anales* sirva de pedestal a nocivas ideologías.”⁵

Desde el punto de vista de la “letra de la ley”, la situación no deja lugar a dudas, la RSEFQ solicita su propia depuración por motivos exclusiva-

mente ideológico-políticos. Cabría, no obstante, la duda razonable de si a la hora de aplicar todas estas normativas se procuró aminorar la severidad de su contenido, recurriendo en unos casos a la benevolencia y en otros al pragmatismo para, de esa forma, intentar traumatizar lo menos posible el bagaje de investigación científica heredado de la preguerra. Elucidar esta cuestión exige aproximarse a los cambios experimentados a raíz de la guerra civil tanto en los que se refiere a los autores como a los temas de investigación.

Por lo que respecta a los autores, en base a las investigaciones de nuestro equipo⁶ y restringiéndose aquí a los más significativos, podemos afirmar que el cambio apreciado es bastante considerable. Primer síntoma de ello es que, de los cinco grandes productores de la RSEFQ que publicaban regularmente en *Anales* durante los años treinta, hay tres (B. Cabrera, S. Piña de Rubíes y J. Garrido) que no publican tras la guerra, en tanto que de los dos que sí lo hacen (J. Palacios y M. A. Catalán), el segundo, a consecuencia de su separación administrativa, no vuelve a publicar hasta 1951, lo que unido a su pronto fallecimiento posterior minimiza enormemente su influencia.

Centrando ahora nuestra atención en los autores catalogables en una segunda categoría de productividad (índice de productividad mayor de medio punto e inferior a la unidad), observamos que 16 de ellos publicaban normalmente durante los años treinta. Pues bien, sólo 7 de éstos se asoman a las *Anales* tras la guerra, dándose además la circunstancia de que de esos siete hay dos (M. Velasco y S. Velayos) que al publicar un sólo artículo pasan a índice de productividad nulo, con lo que prácticamente podrían ser también considerados como bajas. Por su parte, de los 5 que sí publican con cierta asiduidad, en dos (P. de la Cierva y M. Doporto) se aprecia un mantenimiento del índice de productividad, dándose un ascenso del mismo solamente en tres (O. R. Foz, L. Rivoir y L. Brú).

Globalizando todo lo expuesto, nos encontramos con que de un total de 21 investigadores relevantes que desplegaban su labor a lo largo de los años treinta, 12 no vuelven a publicar un solo artículo tras la guerra, 4 bajan fuertemente sus cotas productivas, 2 las mantienen y sólo en 3 casos éstas experimentan una subida; lo que quiere decir que, entre los que cesan de producir y los que pierden notablemente su relevancia, se llega a un 72,6%.

Como es lógico suponer a tenor de estas cifras, las consecuencias que se aprecian de rechazo al nivel de áreas temáticas de investigación, y siempre juzgando por lo publicado en *Anales*, son muy negativas. Según hemos tenido ocasión de significar en anteriores publicaciones y trabajos,⁷ se aprecia una brusca ruptura a partir de la guerra civil con respecto a la sólida labor de investigación física culminada durante los años treinta. En este sentido, hemos apreciado como se abandonó totalmente la línea investigativa de B. Cabrera en Electricidad-Magnetismo, en tanto que la de M. A. Catalán en Espectroscopía sufrió un duro parón que se intentó enmendar posteriormente

tras su vuelta. Tan sólo en las investigaciones sobre Cristalografía y Radiaciones se nota una tónica de continuidad en base a la labor desplegada principalmente por L. Brú y J. Palacios.

Como alternativa propia, la postguerra coincide con el desarrollo espectacular de un área investigativa, la Óptica, que había desaparecido de los *Anales* ya en los años veinte con las últimas investigaciones en este terreno de Martínez Risco. Independientemente de los logros conseguidos por los investigadores de postguerra en esta disciplina, que los hubo relevantes (baste recordar el descubrimiento por Otero y Durán de la miopía nocturna), su desarrollo partiendo de cero a la vez que se tiraban por la borda labores como la de Cabrera, conllevaba una pérdida de energías a nivel científico-investigativo bastante absurda. Por otra parte, las argumentaciones que podrían aducirse sobre la demanda de investigaciones ópticas por parte de la industria nacional en los años de postguerra son, cuando menos, discutibles.

Junto a la ya citada labor de continuidad que se apreciaba en las investigaciones cristalográficas, habría que citar, para exponer las características de la época de postguerra, la labor desplegada en Electrónica y Automática por el equipo de J. García Santesmases. Resaltaremos también el giro que se aprecia en las investigaciones espectroscópicas, nada más terminar la contienda, hacia temas espectroquímicos, en tanto que la línea de interpretación y contrastación de modelos atómicos impuesta por Catalán en la preguerra querrá ser retomada especialmente, como antes dijimos, al final de la década de los cuarenta. No será sino con la potente irrupción de las investigaciones en Física Fotocorpuscular por parte del equipo nucleado en torno a J. Catalá, a partir de mediados de los años cincuenta, cuando podremos considerar cerrada la etapa de postguerra e iniciado un nuevo período cualitativamente diferente en las investigaciones de la RSEFQ.

Con todo lo expuesto hasta ahora, creemos haber ilustrado suficientemente el efecto de la autodepuración a la que se sometió la RSEFQ. Nuestras apreciaciones sobre la existencia y caracterización de una ruptura negativa a raíz de la guerra civil, no obstante, ganan en credibilidad mutua cuando se contrastan con las obtenidas por otros investigadores. Nos referimos en concreto a las reflejadas por González Blasco en su excelente estudio sobre las características sociológicas del investigador científico español. En el mismo, no restringido como ha sido nuestro caso a las investigaciones físicas, se indica:

“El 77% de los investigadores españoles encuestados contestaron que los trabajos científicos de los investigadores que murieron antes de la guerra civil no habían tenido prácticamente influjo sobre ellos en ningún sentido (...). Los matemáticos (88%) y químicos (87%), según su propio testimonio, son los menos influidos por los trabajos científicos de ese pasado. El 76% de los físicos y el 64% de los biólogos y biomédicos, por su parte, declararon no haber

recibido influjo de los trabajos de investigadores anteriores a 1939 (...). Los investigadores españoles forman, pues, un grupo desvinculado del pasado. De hecho, no forman parte de un continuo; aquí se encuentran también aislados."⁸

En definitiva, la existencia de una fuerte depuración en la clase científica a resultas de nuestra guerra civil y una negativa ruptura a nivel de contenidos temáticos de la labor investigadora, es algo que desgraciadamente parece quedar palpable.

SUSTRATO IDEOLÓGICO-RELIGIOSO

Mucho se ha hablado de la puesta en marcha del CSIC inmediatamente concluida la guerra, resaltándose siempre al respecto el papel clave que el régimen entonces naciente otorgaba a la investigación científica como uno de los resortes de la vida social y el carácter de réplica clerical-autoritaria que el CSIC representaba frente a la JAE.

A la hora de estudiar el proceso de institucionalización del CSIC, repetidas veces se ha señalado, asimismo, que éste ha girado en torno a dos ejes, la solidísima ayuda económico-administrativa gubernamental y el integrismo ideológico-religioso que impregnó en sus orígenes a esta institución, especialmente bajo la etapa controlada por Ibañez Martín, López Ortiz y Albareda, siendo este último aspecto el que aquí nos interesa.

Como es de sobra conocido, y con ello ilustramos con un único botón de muestra sus connotaciones ideológico-religiosas, en el preámbulo del decreto-ley constitutivo del CSIC, se marcaba como objetivos del mismo:

"Renovar la gloriosa tradición científica de la Hispanidad y formar un profesorado rector del pensamiento hispánico (...). Tal empeño ha de cimentarse ante todo en la restauración de la clásica y cristiana unidad de las ciencias, destruida en el siglo XVIII (...). Hay que imponer, en suma, al orden de la cultura las ideas que han inspirado nuestro Glorioso Movimiento, en las que se conjugan las lecciones más puras de la tradición universal y católica con las exigencias de la modernidad."⁹

Desde luego, se podrían aportar muchas más citas que indicaran el integrismo religioso del CSIC en sus orígenes y las implicaciones ideológicas de las manifestaciones institucionales proclamadas desde el mismo. Pero el objetivo del presente trabajo no es ése, sino el aportar nuevos datos comparativos en este terreno basados en la actuación de la RSEFQ y la AEPPC.

Como ya habíamos mencionado, en plena etapa de postguerra, ambas sociedades coinciden en una celebración conjunta en la ciudad de Zaragoza y durante el mes de Diciembre de 1940. La AEPPC celebraba su XVI Congreso y la RSEFQ su III Reunión Nacional (ambos de reanudación de acti-

vidades tras la guerra). Zaragoza se convierte entonces, meses después de la puesta en marcha del CSIC, en el lugar donde bajo un gran despliegue de prensa (que lo hubo), y una gran atención de las autoridades políticas, las instituciones científicas actuantes antes de la guerra presentan su acción programática de cara al futuro y revisan sus ideas sobre los fundamentos y el papel de la Ciencia. No parece por tanto descabellado afirmar que el estudio de estos actos es algo imprescindible si se quiere entender correctamente el panorama científico español de la postguerra, y más concretamente las componentes ideológico-religiosas del mismo.

Por lo que respecta a la influencia religiosa, una muestra inicial, anterior a la Reunión de Zaragoza, se detecta en una de las primeras reuniones de la RSEFQ tras la guerra, en cuya acta se indica:

“El Presidente propone que establezca el intercambio con la revista *Razón y Fe*, que si bien no está especialmente dedicada a las ciencias físicas, no por ello deja de tener un grandísimo interés para quienes laboran en los campos de la Física y de la Química, pues debemos considerar como fin primordial de nuestras investigaciones la hermandad entre Ciencia y Fe.”¹⁰

Esta misma influencia religiosa se aprecia netamente en ambas sociedades (AEPPC y RSEFQ) ante el hecho de que la elección de la ciudad de Zaragoza como sede de sus congresos de reanudación de actividades está motivado, y así lo hacen constar, por la celebración en dicha ciudad y en esas fechas del XIX Centenario de Nuestra Señora del Pilar.

Entrando ya en el propio desarrollo de la Reunión/Congreso de Zaragoza, pronto hacen su aparición ideas harto significativas como la imposibilidad de ningún progreso científico que no vaya sostenido por una profunda unión con la Fe, a la que aquél debe sumisión y pleitesía. Así, en la invocación a la Virgen del Pilar efectuada por el entonces Presidente de la AEPPC, D. Luis Marichalar, vizconde de Eza, en el acto de apertura, al referirse a la tradición científica de España y Portugal (único país extranjero participante en el acto), indica:

“... tanto más excelsa se mostró cuando mayor unión sostuvo con la Fe católica en los días esplendorosos de los clásicos y de los místicos.

No es nuestra Ciencia, María Inmaculada, ni orgullosa ni soberbia; antes, reconocemos modestamente nuestra ignorancia, hondamente convencidos de que la Ciencia sin Dios sólo conduce a catástrofes horribles y a extravíos irremediables.”¹¹

Por su parte, en la memoria anual presentada por la Junta Directiva de la RSEFQ en esa su III Reunión, se clarifica plenamente cual sería la actitud institucional de la Sociedad ante hipotéticos resultados de sus investigaciones que pudieran atentar contra las verdades reveladas:

“... nuestra Sociedad se mantendrá intransigente en lo esencial y ampliamente liberal en aquello que el Señor dejó a las disputas de los hombres”.¹²

Creemos que estas dos declaraciones, pese a ser más las que podríamos aportar, son lo suficientemente expresivas para clarificar cuáles eran las ideas básicas que sobre la interacción Religión/Ciencia detentaban los dirigentes científicos de la postguerra española. Si bien, y ante la duda de que por la especial emotividad religiosa que rodeaba a la Reunión/Congreso de Zaragoza su hubiesen exagerado las cosas, completaremos esta visión que estamos dando con algunas acotaciones a la conferencia dictada por R. Páñiker unos cinco años después ante los miembros de la RSEFQ, leída al menos en dos actos públicos de esta institución y recibida, según consta en su órgano de expresión,¹³ con entusiastas muestras de adhesión. Siendo el tema general de la conferencia el indeterminismo científico, se vierten en la misma las siguientes afirmaciones referentes al significado filosófico del principio de incertidumbre:

“Una de las mayores lecciones de los progresos científicos consiste en mostrar la caducidad de algunas filosofías, y la enorme potencialidad explicativa de la filosofía escolástica, despreciada en otro tiempo precisamente en nombre de la Ciencia. Es la venganza de la Verdad (...). El orgulloso mecanismo que creía explicarlo todo mediante esquemas materiales intuitivos ha recibido un golpe mortal. La Ciencia se ve forzada a admitir su propia limitación. Y a la presencia de Dios en las Ciencias (cuyo defecto constituye su mal y cuyo esclarecimiento la misión del cosmólogo actual), se llega, como en todos los demás casos, por caminos de humildad.”¹⁴

Por tanto, la conclusión final que podríamos dar sobre el papel que las creencias religiosas deben desempeñar en las investigaciones científicas, según las propias instituciones científicas españolas de la época de postguerra, es muy breve y precisa: no se aspira a una no-contradicción entre Ciencia y Religión, sino que se proclama la más absoluta interdependencia y concordancia entre ambas, dándose, además, una clara subordinación de la primera a la segunda. El que posiciones contrarias no parecen ser admitidas es algo que creemos haber avalado suficientemente con las citas anteriores.

Pasando ya al terreno ideológico, sobre el modo y manera que ante el mismo se sensibilizó la RSEFQ hemos dado muestras precisas en el apartado dedicado a la depuración de socios. Aunque también en la reunión de Zaragoza encontramos varias declaraciones de significativo valor ideológico. Valgan como botón de muestra algunos párrafos del discurso pronunciado por el Rector de la Universidad de Zaragoza, sobre el tema “Enseñanzas de la guerra”, en la clausura de los actos de la RSEFQ en esa III Reunión. Indicaba el Dr. Calamita:

“No obstante hallarse en poder de los enemigos de Dios y de la Patria las principales entidades promotoras de materias primas precisas para la guerra, sin el auxilio de las naciones cómplices de los frentes populares no hubieran podido sostenerlas. Sin la incapacidad técnica de la intelectualidad roja algo hubieran podido incrementar la producción, pero, afortunadamente para la España

Nacional, su rotundo fracaso nos compensó de la carencia de instalaciones que ellos poseían (...), ... esta triste ley humana sólo la olvidan los pueblos débiles o debilitados, y los anteriores regímenes de España, con rarísima excepción de gobernantes, se empeñaron desde hace varios siglos en que España se debilitara (¿efecto masónico?). No entro a discutir causas. Lo positivo es que nuestra amada patria...¹⁵

Si expresiva es la cita anterior, y yéndonos ahora a la AEPPC, no desmerecerían en nada las muchas que podríamos ofrecer relativas a los actos de apertura y clausura del XVI Congreso de esta institución. En aras de evitar una prolijidad extrema se nos permitirá el no reflejarlas textualmente.¹⁶ Nos limitaremos a señalar que en dichos actos, tras encendidas y patrióticas intervenciones de los Sres. Presidente de la Sección Local de Zaragoza, alcalde de la ciudad, Presidente de la AEPPC y embajador de Portugal, de forma intercalada la Banda Municipal entona, sucesivamente, el Oriamendi, el himno de Falange, el himno de Portugal y el himno nacional español, este último escuchado en dos ocasiones, ambas brazo en alto, por los asistentes, todo ello según el relato textual del entonces Sr. Secretario de la AEPPC, Sr. D.J.M. Torroja.

Fuera del aspecto puramente anecdótico que estas anotaciones pudieran conllevar, lo que ponen diáfano de manifiesto es que la carga ideológica de las instituciones científicas de postguerra fue tan intensa, que se prestaron incluso a la utilización político-propagandística de sus actos institucionales más relevantes. El nuevo régimen naciente no sólo patrocinó una institución propia (el CSIC), sino que también procuró (y según nuestras citas parece que consiguió) acaparar los resortes básicos del funcionamiento de las restantes instituciones científicas.

Con estas últimas ideas finalizamos nuestro estudio sobre el perfil ideológico-religioso de la actividad institucional de las sociedades científicas durante la postguerra civil. A nuestro juicio, lo importante no es entrar en valoraciones sobre el mismo, en contra de lo que sí hicimos (con juicio negativo) sobre la depuración de investigadores científicos. Nos hemos limitado a trazar dicho perfil al objeto de contrastarlo con el obtenido por otros investigadores histórico-científicos en base a los datos provenientes del CSIC, y para avalar nuestra opinión inicial de que el estudio de la Ciencia durante el franquismo ha de pivotar también en torno a otras instituciones, como la RSEFQ y la AEPPC, si se quiere obtener una visión verdaderamente rigurosa del mismo, a la cual creemos, por otra parte, haber contribuido con la aportación de los datos y materiales del presente trabajo.

NOTAS

1. A nuestro juicio falta por llevar a cabo un estudio institucional completo del CSIC que supere tanto las visiones excesivamente globales de las investigaciones sobre historia general, como la asepsia de las memorias de actividades. No obstante, y a falta de una integración de todos estos enfoques, es notoria la existencia de sólidas investigaciones aisladas, entre ellas cabría citar las de Grupo Murciano de Investigación (1974), bajo una perspectiva sociométrica, González Blasco-Jiménez Blanco-López Piñero (1979), en el marco de un estudio global sobre la organización administrativa de la investigación científica española, e Ynfante (1970) sobre las implicaciones ideológico-políticas paralelas al desarrollo de las actividades del CSIC.
2. Véase López Fernández-Valera-Marset-Iniesta (1983), López Fernández (1984), López Fernández-Valera (1984), López Fernández-Valera-Marset (1984) y Marset-Valera-López Fernández (1982).
3. El escrito es firmado por los Sres. Sellés, Reys, de Blas, Santos Ruiz, Casares (D. Román), Gómez Aranda, González Barredo, Gullón, Sorón, Díaz de Rada y Albareda, y puede encontrarse en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, 35 (II), 1939, p. 5, en el acta de la sesión científica celebrada el 2/X/1939.
4. Los puntos de esta normativa son recogidos en el acta de la sesión científica de 4/XII/1939, *Anales*, 36 (II), 1940, pp. 5-9.
5. Dicha memoria puede verse en *Anales*, 37 (II), 1941, p. 12.
6. En Valera (1982) y López Fernández (1984) se hace, respectivamente y por separado, un estudio completo sobre los autores que publican en los *Anales* durante las épocas 1903-37 y 1940-75.
7. Además de recurrir a las fuentes de la nota anterior, también pueden encontrarse datos sobre la ruptura al nivel temático en López Fernández-Valera (1984) y López Fernández-Valera-Marset (1984).
8. Ver González Blasco (1980), pp. 116-117.
9. Dicho preámbulo puede verse en el BOE de 24/X/1939. Los párrafos citados en el trabajo han sido tomados, no obstante, de Ynfante (1970), capítulo 2.
10. Acta de la sesión científica celebrada al 20/V/1940, *Anales*, 36 (II), 1940, pp. 99-102.
11. Ver Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (1941), p. 9.
12. Acta de la sesión científica del 18/XII/1940, *Anales*, 37 (II), 1941, p. 4.
13. Del interés con que fue recibida la conferencia en el seno de la RSEFQ puede dar idea el hecho de que, aparte de su publicación íntegra en el órgano de expresión de la Sociedad (*Anales*, 41 (I), 1945, pp. 573-605), fue leída ante los socios dos veces. La primera de ellas la realizó el Sr. Senent (D. Salvador) en nombre del autor en la sesión científica celebrada el 5/II/1945 (*Anales*, 41 (II), 1945, p. 29). Posteriormente es el propio autor quien la dicta en una sesión de la Sección Local de Barcelona, en cuya acta (*Anales*, 41 (II), 1945, p. 188) se hace constar expresamente que es premiado con "profusos aplausos y felicitaciones".
14. Véase *Anales*, 41, 1945, p. 605.
15. Véase *Anales*, 37 (II), 1941, p. 29.
16. Ver Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (1941), pp. 8-13 (apertura) y 27-30 (clausura).

BIBLIOGRAFIA

Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (1941) –*XVI Congreso de Zaragoza, 1940*– Madrid.

GONZÁLEZ BLASCO, P.; JIMÉNEZ BLANCO, J.; LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1979) – *Historia y Sociología de la Ciencia en España* – Madrid – Alianza Universidad.

GONZÁLEZ BLASCO, P. (1980) – *El investigador científico en España* – Madrid – Alianza Universidad.

Grupo Murciano de Investigación (1974) – *Investigación y Democracia – Triunfo*, nº 354.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, C.; VALERA CANDEL, M.; INIESTA RODRÍGUEZ, M.A.; MARSET CAMPOS, P. (1983) – “Aproximación al análisis bibliométrico de la producción española en Física durante el franquismo a través de los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*” – *Actas del II Congreso de la SEHC*, 3, pp. 171-187 – Zaragoza.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, C. (1984) – *La Física española durante el franquismo a través de los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* – Tesis de doctorado (pendiente de lectura) – Murcia.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, C.; VALERA CANDEL, M. (1984) – “Análisis bibliométricos-multivariante de los artículos de Física publicados en los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* durante el período franquista (1940-1975)” – *Llull*, 6, 39-56.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, C.; VALERA CANDEL, M.; MARSET CAMPOS, P. (1984) – “Aplicación de técnicas bibliométricas al estudio de comunidades científicas” – *Actas III Congreso de la SEHC* (en prensa).

MARSET P.; VALERA, M.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, C. (1983) – “Repercusiones de la guerra civil española (1936-1939) en la producción científica en Física a través de los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*” – *Dynamis*, 1, pp. 179-202.

VALERA, M. (1982) – *La producción española en Física durante el franquismo a través de los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* (tesis de doctorado) – Murcia.

YNFANTE (1970) – *La prodigiosa aventura del Opus Dei* – París – Ruedo Ibérico.

NÚÑEZ GRANÉS: INGENIERÍA Y URBANISMO EN ESPAÑA (1900-1924)

per

CARMEN GAVIRA

"... he ahí esas urbes cosmopolitas, donde el torbellino de la vida no se detiene ya sobre la faz de la tierra, sinó que, señoreándolo todo, penetra en las profundidades del subsuelo y remontándose al espacio en alas del telégrafo y de los artefactos voladores, he aquí, en una palabra LA CIUDAD MODERNA, cuyo trazado y construcción exigen al ingeniero la suma de cuantas aplicaciones integran el saber positivo y la resolución de cuestiones atañentes a obras aéreas, subterráneas e hidráulicas, en las cuales la ingeniería civil y la ingeniería sanitaria, la minería, la topografía y la arboricultura, se complican con la geografía, la demografía, la estadística, la estrategia y demás factores que pueden influir en la vida de una ciudad".

José Marvá

Prólogo al Proyecto de P. Núñez Granés, 1910.

La figura del ingeniero D. Pedro Núñez Granés, coincide con la irrupción en la historia de "la desprestigiada máquina administrativa española"¹ de finales del s. XIX, de un nuevo tipo de funcionario: *el técnico*, que pone al servicio del estado (independientemente del signo político de su gobierno), sus conocimientos y su ideología, que aunque objetivamente moderada, significaba un empuje progresista al asumir los valores de la burguesía europea de esos momentos.²

Ingeniero militar, nacido en 1851, representa el prototipo de funcionario-técnico pequeño burgués, definido según el esquema de A. Ortí³ como "regeneracionista-nacionalista" que, incapaz de seguir el ritmo de los acontecimientos de este difícil período que le corresponde vivir, pondrá su confianza en "la fuerza del progreso... y de la ciencia... la cual puede permitir abrir cauces adecuados por los que la vida nacional discurra sin violentas

convulsiones... impidiendo la aparición de diques que, al ser arrollados hagan que las pasiones se desborden, sembrando la ruina y la desolación en el sacratísimo suelo patrio.”⁴ Entre el miedo ante la creciente dimensión que va adquiriendo “la cuestión social” y el optimismo ante los progresos técnicos de la época, Granés al igual que un sector de ingenieros científicos como J. Echegaray, lo espera todo de la ciencia, “la ciencia pura, tan insubstancial y tan pueril, cuando se convierta en ciencia aplicada, transformará toda una civilización y resolverá definitivamente, dentro de lo posible, el problema más formidable de nuestro siglo, el que se llama CUESTIÓN SOCIAL...”

Y así llegará un día en que el pobre obrero no tendrá que doblarse sobre la tierra, ni vagar anhelante entre las sombras de la mina, ni quemar sus músculos en la faena material. Sino que, erguido ante una máquina y obedeciendo al mandato de su pensamiento, dará vuelta a una llave, y se precipitarán en la fábrica, en el taller, en la mina y sobre el terruño, millones y millones de caballos de vapor... De modo que, en el orden material, la ciencia pura habrá sido el verdadero redentor del obrero.”⁵

En el año 1900, a los 49 años de edad, le es asignado el puesto de ingeniero director de Vías Públicas, Fontanería, Alcantarillado y Servicios Eléctricos del Ayuntamiento de Madrid, siendo alcalde Alberto Aguilera. A partir de entonces, asiste a diferentes congresos y reuniones donde establece contacto con especialistas urbanos como Ph. Hausser, Stübben o Hennard. En 1908, presenta, al I Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, su memoria “Ideas Generales sobre la urbanización de las grandes urbes”, en el mismo año, asiste en Zaragoza al Primer Congreso Nacional sobre la Tuberculosis. Cinco años después, en 1913 su “Proyecto sobre la urbanización del Extrarradio”, obtiene un premio en la Exposición internacional de Higiene en Dresde. En 1924, gana el concurso del Ayuntamiento de Madrid con el plan “Reformas urbanas y de policía y comunicaciones que deben establecerse para la mejora de los pueblos limítrofes comprendidos en la Mancomunidad aprobada por el Ayuntamiento de Madrid en 16-XII-1910.”

El vaivén político del país y sus repercusiones en la capital, provocarán una inestabilidad continua en el gobierno de la ciudad, haciendo que a lo largo de los 23 años en los que desempeña su trabajo en el ayuntamiento, ve sucederse 29 alcaldes: Alberto Aguilera, Eduardo Dato, Joaquín Sánchez de Toca, José Francos Rodríguez, Joaquín Ruiz Jiménez, conde del Valle Sanchill, Alberto Alcocer... Cada alcalde, designado directamente desde el gobierno,⁸ reflejaba los intereses de la política municipal madrileña en un momento dado, y su actividad se veía generalmente recompensada con una cartera ministerial, un puesto de gobernador civil o un escaño en el parlamento. La presión más importante sobre el Ayuntamiento era la ejercida por los grandes detentadores de la propiedad urbana y rústica, principales repre-

sentantes del poder económico de la Restauración, bien a nivel individual o bien como grupo a través de asociaciones como la Liga de Propietarios de Madrid.

En estos años de comienzo de siglo, el país reflejaba la crisis y el desgaste de una nación que en los últimos 50 años había intentado desesperadamente hacer realidad la utopía política de un régimen parlamentario y liberal (implantado con grandes dificultades a partir de 1868) sentando las bases del estado burgués moderno, sobre una realidad socioeconómica retrasada: el 47% de las tierras cultivadas seguían en 1900 en manos del 2% de los propietarios agrícolas. El 60% de la población era analfabeta. La población rural, 12 millones y medio de personas (el 68% de la población total) vivía disperso en más de 9.000 municipios, sirviendo de caldo de cultivo al caciquismo. Y, en los escasos núcleos urbanos existentes, se concentraban 6 millones de personas, la mayor parte de ellas en condiciones infrahumanas. La desnutrición, la tuberculosis y la ausencia de medidas higiénicas eran alarmantes especialmente en las periferias urbanas que no cesaban de crecer, convirtiendo "el problema del extrarradio" en una de las preocupaciones fundamentales del gobierno, ya que será en estos núcleos proletarios de las periferias, donde tomarán vida las nuevas organizaciones de clase: en 1879 se fundó en Madrid el PSOE, en 1888 el sindicato UGT, en 1911 la CNT... una lucha social sin precedentes se desencadena en las ciudades, sustituyendo a las agitaciones campesinas de la época anterior.⁹

Esta situación se verá quebrada con el estallido de la Primera Guerra Mundial, que va a significar para España unos años de producción y de exportación desbordada. Al finalizar la contienda, por primera vez en nuestra historia, los intereses del gran capital pesaban tanto como los de la aristocracia terrateniente en la balanza política. Los efectos económicos y sociales de esta nueva relación de fuerzas no tardaron en hacerse sentir, esta burguesía, enriquecida precipitadamente, reclamó "orden y paz" para sus negocios. Y esa será la justificación que ofrecerá Primo de Rivera en 1923 para su toma de poder "provisional, hasta terminar con la corrupción."¹⁰ En esa fecha, con 72 años, Núñez Granés realiza su último trabajo como urbanista en el Ayuntamiento de Madrid.

¿Cuál era la función que la correspondía desempeñar al urbanismo en ese momento? Es claro que, a partir de la Segunda Revolución Industrial, las ciudades, que han experimentado un crecimiento sin precedentes, que han tecnificado sus servicios y multiplicado sus infraestructuras con sus redes de gas, de electricidad, de telégrafo y teléfonos y que se han convertido en el núcleo de las luchas sociales, van a buscar en "la nueva ciencia urbana", un instrumento con el que resolver a la vez los problemas de las diferencias sociales a través de un equilibrio espacial, los problemas técnicos de su equipamiento y expansión y los problemas económicos de reparto de los benefi-

cios derivados del uso del suelo urbano. La gestión municipal se tecnifica, y, paralelamente, las políticas de higiene y beneficencia municipal para “las clases menesterosas” serán sustituidas por las políticas de reforma social para “las clases trabajadoras” para dar paso a las medidas de orden público frente al “proletariado” y a “la lucha obrera”. Este movimiento de reforma-represión-tecnificación marcará la vida de las ciudades españolas de los primeros decenios del siglo XX: en 1900 se aprueba la Ley sobre el Trabajo de los niños y la Ley de Accidentes de Trabajo, en 1902 estalla la Huelga General Revolucionaria en Barcelona, en 1903 se crea el Instituto Nacional de Reformas Sociales, en 1908 el Instituto Nacional de Previsión y se regula el derecho de huelga, en 1909 estalla la Semana Trágica en Barcelona, en 1917 se decide la Huelga General Revolucionaria, en 1919 se consigue el establecimiento oficial de la jornada de ocho horas. El mismo año, se produce la huelga de “la Canadiense” y comienza el pistoleroismo en Cataluña... Paralelamente, la tecnificación de los servicios y el aumento espectacular de las inversiones extranjeras en infraestructuras urbanas requerían un número cada vez mayor de técnicos para la gestión de las ciudades, convirtiendo a los ayuntamientos en auténticas empresas públicas y ampliando las movilizaciones populares con exigencias de equipamientos e infraestructuras, como la huelga iniciada en Madrid en 1913 pidiendo “pan, luz y tranvías”.

Es dentro de esta complejidad como hemos de entender la actuación de Núñez Granés como técnico municipal al que el ayuntamiento le exige resolver “el problema del extrarradio”. A ello, dedicará su esfuerzo y sus conocimientos como “ingeniero estudioso de la ciencia de la urbanización.”

EL PROBLEMA DEL EXTRARRADIO

En 1915, Núñez Granés expone que “El vulgar e impropriamente llamado problema del extrarradio es el de urbanizar los alrededores de las grandes poblaciones, o los espacios comprendidos entre el límite de sus zonas de ensanche y el de su término municipal”¹¹ y facilita las siguientes cifras:

Madrid			
Años	Licencias concedidas para la edificación		
	En el Interior	En el ensanche	En el extrarradio
1905	52	76	90
1906	40	79	62
1907	94	110	129
1908	110	97	121
1909	119	56	176
1910	220	85	251
1911	216	89	341
1912	288	103	383
1913	205	127	219
1914	326	143	684
Totales	1.670	1.053	2.456

Años	Licencias para ampliar edificios construidos		
	En el Interior	En el ensanche	En el extrarradio
1905	301	0	137
1906	2	0	3
1907	35	0	193
1908	38	0	111
1909	39	38	62
1910	111	49	96
1911	106	43	149
1912	93	72	118
1913	83	69	122
1914	20	81	91
Totales	832	352	1.086

Pueblos	Habitantes	
	En 1877	En 1910
Tetuán de Chamartín	955	10.169
Canillejas	262	1.059
Vallecas	3.124	19.073
Villaverde	1.028	1.688
Carabanchel Bajo	1.965	7.138
Carabanchel Alto	1.479	3.088
Totales	8.813	42.215

s decir, que entre 1905 y 1914, la mitad de los edificios construidos en Madrid lo son en el extrarradio, y que esta tendencia de crecimiento periférico afecta también a los seis pueblos limítrofes (Tetuán, Chamartín, Vallecas, Canillejas, Villaverde y los Carabancheles) que de 1877 a 1910 ven aumentar su población en un 500%.

El extrarradio: más de 7.000 pozos negros, caos, e insalubridad “¿Qué puede hacer frente a esta situación el Ayuntamiento?”, se pregunta, “si el Código Civil en su artículo 348 proclama: propiedad es el derecho de gozar y disponer de una cosa sin más limitaciones que las establecidas en las leyes. En su artículo 350: el propietario de un terreno puede hacer en él las obras que le convenga, y en el artículo 388: el propietario de un terreno podrá cercar o cerrar sus propiedades por medio de paredes. Es necesario *un plan*”, concluye un plan que *determine usos y que marque alineaciones y rasantes*”. Con esta afirmación, es la primera vez que de forma explícita se dice en nuestro país que la vieja forma de hacer ciudad, con el sistema de ensanche, ya no es válida para los nuevos problemas que plantea el siglo actual.

Pero curiosamente, y como señala F. Terán,¹² Núñez Granés habla continuamente de la necesidad del Plan, pero nunca llega a plasmarlo, ya que lo que él expone, partiendo de un planteamiento teórico mínimo, son únicamente técnicas de alineaciones basadas en un sistema de tres vías: Radiales, Envoltentes e Internas o Particulares. Las vías Radiales servirían de conexión entre el centro y la periferia; las vías Envoltentes pondrían en relación los núcleos periféricos entre sí; y los espacios comprendidos entre estos dos sistemas (a los que denomina *polígonos*) se estructurarían por medio de vías Internas. El Ayuntamiento sería el encargado de realizar la red de Radiales y Envoltentes, y los particulares deberían presentar al ayuntamiento el proyecto de urbanización de cada polígono con sus correspondientes vías internas que serían articulares (art. 817 y 827: Ordenanzas Municipales). A medida que los propietarios fuesen cediendo estas vías internas al ayuntamiento, éste debería conservarlas y mejorarlas (art. 822. Ordenanzas Municipales). Pasando después a describir detalladamente las dimensiones y pendientes mínimas para cada uno de los tipos de vías: Envoltentes, entre 80 y 100 metros, con una pendiente máxima del 4%. Radiales, con un mínimo de 30 metros; y Particulares, con un mínimo de 10 metros. La *vía* es, para él, el elemento clave de la urbanización, ya que es la que definirá el tipo de edificio.

“¿Cómo podemos ser una ciudad moderna”, afirma, “con callejones como el del Perro o el de Preciados?... Incluso las vías del Ensanche son de dimensiones ridículas.”¹³ En sus continuas referencias a “la ciudad moderna”, califica como tales a Berlín, Londres, Viena o París, describiéndolas con asombro: “ciudades modernas con un centro de negocios y un extrarradio amplio y salubre” y adjudica en ellas una importancia fundamental al

papel de las comunicaciones. En otro párrafo de su proyecto, se refiere también a “Los 45 m² por persona que consideran necesarios los higienistas europeos para las ciudades modernas.”

Pero todo su planteamiento técnico, aparentemente tan sencillo, se desmorona a la hora de articular los medios legales para su realización: *la expropiación*. Aquí, “la innegable, absoluta e imprescindible necesidad” de poner en marcha su proyecto, se enfrenta al “sagrado derecho de la propiedad”, y es el momento en que su argumentación técnica comienza a recurrir a consideraciones morales en las que buscar apoyo: “Es necesario que todos los hombres de buena voluntad que en esta clase de asuntos intervengan, lo hagan con espíritu amplio, con miras altruistas, si se quiere que obras de tal importancia sean ejecutadas en las debidas condiciones.”¹⁴

Como resumen de su proyecto, enumera los beneficios que este reportaría: “... *Las urbes* serán más hermosas y ricas... *El estado* se beneficiará económicamente, ya que la contribución urbana es mucho mayor que la rural... *Los propietarios* verán transformadas sus tierras de “pan llevar” en hermosos solares... *Los pobres* podrán trabajar en las obras que con este plan se emprendan, ... *Los ricos* podrán hacer hermosos palacios y, *los artesanos* podrán instalar sus talleres en los nuevos polígonos.”¹⁵

Era evidente que con semejantes planteamientos no tardaría en estallar la polémica contra este proyecto que demostraba desconocer totalmente los intereses y las pugnas de los distintos grupos por él afectados. En la discusión del Senado sobre la proposición de ley presentada por Alberto Aguilera,¹⁶ las posiciones de los diferentes grupos se pusieron de manifiesto: los propietarios del ensanche (por voz del Sr. Tormo) tacharon de megalómano a este proyecto que pretendía hacer crecer desmesuradamente la ciudad, “cuando ni siquiera se ha sido capaz de realizar ni la mitad del ensanche, ... convirtiendo a Madrid en la ciudad con más solares del mundo.” La réplica de Alberto Aguilera, como antiguo alcalde de la ciudad y conocedor del problema, fue que “la paralización del ensanche no es un problema técnico, sino social”, y en esta afirmación se apoyaron los grupos más conservadores para exponer sus teorías de que “la cuestión obrera y las leyes de reforma social son las causantes del caos del país... en el que ya nadie trabaja, en el que los obreros no tienen interés en hacer horas extras, ya que... después de aprobarse la Ley de las Ocho Horas, de reglamentarse las huelgas... vemos que, lejos de lo que sucedía hace 10 y 12 años, Madrid no progresa, Madrid está en un gran estancamiento, y la situación de todos esos infelices trabajadores es peor cada día, por la manera que tiene de hacerse aquí eso que llaman ‘reglamentos’ y todas las cuestiones internas de la sociedades de resistencia y de la mal llamada ‘Casa del Pueblo,’”¹⁷ a lo que Alberto Aguilera respondió afirmando su gran respeto al principio de propiedad, “base fundamental de mi concepto del orden social existente, aunque no puede des-

conocer la situación en que vive la clase obrera en las ciudades ni los derechos que tienen al amparo de la Constitución, para asociarse y pedir lo que más les convenga.”¹⁸

Pero no es sólo en el Senado donde el proyecto suscita polémica, ya que, prácticamente hasta 1920, la prensa no deja de plantear y discutir “la cuestión del extrarradio”, dando voz a todas las tendencias: “ni luz, ni ace-ras, ni empedrado, ni grava siquiera, ni limpieza, escuelas escasas pero per-versas, nada, en fin, de aquello que los vecinos del extrarradio pagamos puntualmente... Urbanizar el extrarradio es abaratar además la edificación” expone Juan José Morato en *El Heraldo de Madrid* (1-10-1913). “Este pro-yecto no es una novedad. Ha sido ya, hace muchos años, puesto en práctica por el Municipio de Londres con resultados admirables... ¿sueño?, ¿reali-dad?, Granés lo ha estudiado. El Ayuntamiento tendrá que adquirir 1.800 hectáreas... Calcula en 50.000 pesetas el precio de cada hectárea, a cuya can-tidad habrá que añadir 10.000 para gastos y 30 para explanaciones y alcanta-rillado. En suma: 130.000.000 pesetas que deben ser objeto de un emprésti-to del ayuntamiento” dice Joaquín Ruiz Jiménez, en *El Liberal* (17-6-1916).

“¿Quiénes son los adversarios de este proyecto?, los propietarios de Madrid. Los del interior y los del ensanche, porque provoca una baja gene-ral, e importante en los alquileres. Los del extrarradio porque, aunque por regla general venderán los terrenos a mayor precio que los compraron, la municipalización les priva de los beneficios que produciría su urbaniza-ción... ¿Quiénes son sus defensores? ... los obreros que podrán tener habi-tación sana y barata y trabajo asegurado para muchos años... los comercian-tes e industriales... los que dicen interesarse en la lucha contra la tuberculo-sis,” *Diario España* (29-6-1916). “La urbanización del extrarradio supone para la clase trabajadora madrileña demasiado, y no podemos ni debemos contribuir con nuestro silencio a que el compromiso quede incumplido,” *El Trabajo* (19-5-1917). “Ante la paralización del proyecto de urbanización del extrarradio... los trabajadores de Madrid debemos insistir. ¿Que el go-bierno no hace caso?, es probable. Pero así se demostrará como el gobierno no hace nada que beneficie a estos trabajadores. Y será un motivo más que tendremos contra los gobernantes, cuando llegue el caso, que parece llegará, de declarar la huelga general indefinida, acuerdo en el que persiste la Unión General de Trabajadores,” *El Trabajo* (2-6-1917).

El debate que este proyecto despertará en todo el país saca a la luz la si-tuación de “la muy heroica, noble, hambrienta y tenebrosa ciudad de Ma-drid,” *El Sol* (3-12-1917) de cuya gravedad daban buena cuenta informes como los de Ph. Hausser, C. Chicote o A. Marvaud.¹⁹

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Haste ese momento, y según la legislación de ensanche vigente, los ayuntamientos se limitaban a no entorpecer la labor urbanizadora de los particulares, limitándose a expropiar los terrenos para la creación de vías públicas y, por tanto, el proyecto de Núñez Granés requería la creación de nuevas técnicas jurídicas capaces de regular los mecanismos de expropiación y control de la gestión, más que “buena voluntad” o “miras altruistas”.

Estas nuevas técnicas jurídicas irán tomando forma a través de los distintos proyectos de ley con los que se intentará hacer viable este proyecto y que, a pesar de no transformarse en normas positivas, servirán para ir perfilando las figuras que se crearán en legislaciones posteriores. El primero de estos proyectos será la proposición de ley de Alberto Aguilera, presentada en 1910 sobre “El ensanche del término municipal de Madrid”, que se aprobará en el Senado aunque no llegará a ser discutida en el Congreso de los diputados. “En esta proposición”, dice M. Bassols,²⁰ “sigue pensándose que para resolver los problemas del extrarradio pueden servir los esquemas de la legislación del ensanche”. El extrarradio es tratado en este proyecto como “un ensanche ampliado más allá de radio de 8 kilómetros”, para cuya urbanización se crearía una Junta Consultiva de Urbanización y Obras, encargada de formar una oficina especializada para elaborar y los planos horizontales y topográficos, las alineaciones y rasantes y para realizar el estudio y la articulación de un anteproyecto de disposición para reunir la legislación de ensanche, de forma que pudiese ser aplicada a todo el extrarradio.

En 1916, Joaquín Ruiz Jiménez presenta en el congreso de los diputados un nuevo Proyecto de Ley de Urbanización del Extrarradio de Madrid, ante la alarma del crecimiento imparable de la periferia urbana que, de continuar así, haría imposible cualquier intervención. “A fines de 1913 existían en el extrarradio 4.269 edificaciones, número que, en la actualidad, excede los 5.000. Suponiendo que cada una de ellas, como término medio, valga 15.000 pesetas, resulta que el valor de dichas edificaciones no es hoy menor de 75 millones de pesetas, y como quiera que todas ellas se edifican al azar sin orden ni concierto alguno, será preciso, cuando vaya a llevarse a cabo el plan de urbanización, o destruirlas con inmensas pérdidas, o bien dejarlas donde están emplazadas... hasta que la acción del tiempo vaya destruyéndolas. Y este mal se agrava de día en día, pues construyéndose anualmente como término medio 280 edificaciones, con valor aproximado de 3.200.000 pesetas, de más en más, a medida que el tiempo transcurra, serán mayores las pérdidas que se originarán al llevar a cabo el plan de urbanización del extrarradio.”²¹

Las soluciones propuestas por este proyecto eran dos: la expropiación (para las vías radiales y las envolventes, dejando a la iniciativa privada las ca-

lles interiores y la urbanización de los polígonos), o la municipalización del extrarradio (mediante la cual el ayuntamiento quedaría como propietario perpetuo del suelo, pudiendo ceder en usufructo su utilización a entidades particulares). Y ésta, afirma M. Bassols, es la primera vez que en España se habla de la municipalización del suelo.

Tras el fracaso parlamentario de este proyecto, dos años más tarde se presentará, en esta misma línea de municipalización del extrarradio, el Proyecto de Ley de Bases sobre urbanización del extrarradio de M. García Prieto, ministro de gobernación del "Gobierno Nacional", que no llegaría a ser discutido en ninguna de las dos cámaras. La decepción de Núñez Granés le lleva a considerar fracasado su proyecto: "En 1920... no puedo menos de sentirme entristecido, angustiado, al ver la decadencia de nuestra patria, que atestigua el hecho de que a pesar de hacer sesenta años que se ordenó redactar el proyecto que nos ocupa, de haberse dictado una Real orden y dos Reales decretos a tal objeto, promulgada una ley, aprobada en el senado una proposición para el cumplimiento de dicha ley, a pesar, repito, de haberse presentado, además, tres proyectos de ley en el congreso, de perderse anualmente grandes sumas por no resolver, rápidamente, este problema urbano, de estar conformes con la necesidad y urgencia de su resolución, todos nuestros políticos, desde los socialistas a los de más extrema derecha, la prensa en masa, hombres tan eminentes como Moret, Canalejas, Maura, etc... ingenieros notables, arquitectos distinguidos, pobres y ricos, Madrid entero: nada, absolutamente nada, se haya resuelto y el problema sigue en pie después de 60 años."²² Mucho más explícito era en estas mismas fechas Arturo Soria que, viendo fracasar también su Proyecto de Ciudad Lineal, afirmaba encontrarse "... como un grano de trigo entre dos masas de piedra: por arriba la del caciquismo... por abajo la de la masa obrera."²³

LA CIENCIA DE LA URBANIZACIÓN

El debate sobre el planeamiento urbano, que se estaba desarrollando en las ciudades europeas y americanas en esos momentos, no pasó desapercibido en nuestro país: el Plan de Chicago de Burnham y Bennet es descrito con detalle y admiración por el ingeniero José Marvá después de su asistencia a la "Primera Conferencia Nacional de City Planning and the Problems of Congestion" que tuvo lugar en Washington en 1909. El resultado del Concurso del Gran Berlín tuvo también una importante difusión, especialmente a través de los artículos de Cipriano Montoliú,²⁴ e incluso el propio Stübben fue consultado por el ayuntamiento de Madrid para encargarle un boceto de plan para la ciudad.²⁵

Los trabajos del grupo inglés responsable de la redacción del Housing

and Town Planning Act de 1901 fueron también ampliamente difundidos pero, sin embargo, cuando en 1907 Núñez Granés redacta su memoria "Ideas generales sobre la urbanización de los alrededores de las grandes urbes", afirma que "... las pobres y mal expresadas ideas aquí expuestas, son fruto exclusivo de observaciones hechas desde mi cargo municipal y, por satisfecho me daré si con su exposición logro despertar alguna afición al estudio de la ciencia de la urbanización, ciencia poco conocida y acerca de la cual, sobre todo en el punto concreto que nos hemos ocupado, nada escrito ha podido encontrar el que suscribe."²⁶ Hay que recordar, que en la clausura del Primer Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias de 1908, se decide: "a la vista de la importancia y el desconocimiento de esta nueva ciencia del arte cívico", nombrar una ponencia especial para su estudio, en la que se integran los ingenieros, J. Marvá, Torres Quevedo, Tejera y el propio Núñez Granés.

Algunos años más tarde, en la obra "La extensión general de Madrid", y especialmente en el capítulo II "Ideas actuales sobre urbanización, y análisis de las mismas", Granés expone de forma sintética sus ideas sobre la ciencia urbana, demostrando un importante cambio en sus conocimientos: "proyectar una ciudad, dicen los modernos tratadistas de la *moda del arte cívico*, es preverlo todo para su futuro desarrollo, debiendo tener el proyecto como finalidad principal la renovación social que determine progresos en el orden moral y material. Debe, al par, marcarse en él la noción de la vida moderna de relación, noción que se obtendrá disponiendo la estructura de la urbe en forma tal que permita a los seres que integran la colectividad vivir más y mejor, al par que producir, en beneficio de ésta, el mayor trabajo útil.

Deducen de todo lo antedicho que las urbes no deben ser conjuntos de edificios sometidos solamente a reglas de higiene, de grandiosidad y de belleza, sino que habrá de presidir en ellas un *orden en su agrupamiento*, afirmación de un *orden social*. Cada parte de la ciudad debe expresar las ideas dominantes que agrupan a los hombres que la componen, y el orden dispositivo y arquitectónico de la edificación debe producir en cada una de ellas una excitación constante a la actividad social y de atracción permanente a las ideas comunes que condicionen y den unidad al sentir de los individuos que la integran, ofreciendo el conjunto de todas esas partes una *idea clara del orden social, adelanto y cultura de la ciudad*"²⁷, cita ejemplos de Finlandia, de Nueva York, de Río de Janeiro... y demuestra conocer a fondo los textos de las leyes de urbanización promulgados en Inglaterra, los planes de reconstrucción de San Francisco, los proyectos de nuevas ciudades de Jass-Camberra o la Ley de Urbanización Francesa de 1919.

A lo largo de su trabajo, Núñez Granés descubrirá que "la construcción de la ciudad moderna", no significa únicamente la aplicación de nuevos instrumentos técnicos, sino que exige la transformación de las normas jurí-

dicas, reflejo de una nueva mentalidad que ha de responder a una nueva relación de fuerzas, es decir, la modernización de la propia sociedad.

A través de sus últimos escritos, en los que habla ya de “la ciudad eficiente”, “la ciudad funcional” o “la ciudad práctica”,

- hace un análisis bastante amplio de las ideas urbanísticas de ese momento

- rechaza la zonificación funcional como elemento “segregador” de la sociedad, que con el tiempo podrá generar graves problemas sociales

- valoriza el emplazamiento de las ciudades y expone la forma de adaptarse a la topografía para resaltarla como elemento diferencial de cada ciudad

- apoya la idea de los “poblados satélites”

- explica la urgencia de crear en nuestro país centros de enseñanza del urbanismo, como único remedio para luchar contra “las modas” y “los serviles mimetismos”, y

- expone la necesidad de crear una Ley de Urbanismo que sirva de guía para “la previsión de la expansión y el embellecimiento de nuestras urbes”.

En nuestra opinión, el fracaso del Plan de Extensión de Núñez Granés no se puede plantear únicamente como consecuencia del enfrentamiento entre partidarios de la “expropiación” y partidarios de la “municipalización”, ya que, tras él, lo que se descubre es el debate de toda una sociedad que se enfrenta, ante la expansión acelerada de los centros urbanos y las demandas de una clase obrera cada vez más numerosa y organizada, a una nueva forma de hacer ciudad, incompatible antes de 1920, con los intereses de los grandes detentadores de la propiedad rústica y urbana, representantes del poder económico de la Restauración, e inaceptable, después de 1920, para los intereses de la nueva burguesía surgida tras la Primera Guerra Mundial.

La necesidad de una Ley General de Urbanización, fusionando la legislación existente y regularizando las nuevas técnicas urbanísticas, es seguramente la consecuencia más importante suscitada por el Proyecto de Extensión del Extrarradio. Con él, desaparecen definitivamente los conceptos de *ensanche* y *extensión* de la ciudad considerada como elemento aislado, y surge la figura del *Plan regional* de la ciudad entendida como elemento estructurador de su región.

NOTAS

1. Informe al Ateneo de Madrid sobre la Memoria “Oligarquía y caciquismo” del Sr. J. Costa, presentada por el ingeniero de caminos Valeriano Perier en el curso 1900-1901.
2. Peset, J.L., Garma, S. y Pérez Garzón, J.S.: *Ciencias y enseñanza en la revolución burguesa*. Madrid 1978, cap. 5-III.
3. Ortí, A. Prólogo a la reedición de *Oligarquía y caciquismo*. Madrid 1976, pp. XXIV-XXV y siguientes. Volumen II.

4. Núñez Granés, P. *El problema de la urbanización del extrarradio de Madrid desde los puntos de vista técnico, económico, administrativo y legal*. Ayuntamiento de Madrid 1920.
5. Echegaray, J. "Sesión de clausura del I Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias". Zaragoza 1908. Ver, también, el artículo de Jaime Vera: "Ciencia y proletariado" publicado en *El Liberal*, 1 de enero de 1912.
6. Núñez Granés, P. op. cit.
7. Núñez Granés, P. op. cit.
8. Bahamonde, A. y Toro, J. *Burguesía, especulación y cuestión social en el Madrid del siglo XIX*. Madrid 1978, pp. 146 y siguientes.
9. Elorza, A. "Socialismo y agitación popular en Madrid (1908-1920)", en *Estudios de Historia Social*, Nº 18-19, 1981.
Martínez de Pison, E. "La formación de los suburbios madrileños en el paso del s. XIX al XX", en *Boletín Informativo del Seminario de Derecho Político de la Universidad de Salamanca*. Nº. 31, 1964.
Tierno Galván, E. "Ciudad y materialismo histórico", en *Ciudad y Territorio*, Nº 3-4, 1984.
10. García Nieto, C. Donge, J. *Las bases documentales de la España contemporánea*, 11 vol. Madrid 1971-1975.
11. Núñez Granés, P., op. cit.
12. Terán F. de: *Planeamiento urbano en la España contemporánea (1900-1980)*. Madrid 1982, pp. 30-60.
13. Núñez Granés, P., op. cit.
14. Núñez Granés, P., op. cit.
15. Núñez Granés, P., op. cit.
16. Proposición de Ley presentada por el Excmo. Sr. D. Alberto Aguilera al Senado el 29 de octubre de 1910.
17. Sesión del Senado. Diez de diciembre de 1912, en la parte relativa al debate de ensanche del término municipal de Madrid.
18. Sesión del Senado.... op. cit.
19. Hausser, Ph. *Madrid desde el punto de vista médico-social. 1902*", reedición Madrid 1978.
Chicote, C.: *La vivienda insalubre en Madrid*. Madrid 1914.
Marvaud, A.; *La cuestión social en España*. París 1910. Edición castellana, Madrid 1975, ver capítulos II-VI, "El obrero de la provincia de Madrid".
20. Bassols, M.: *Génesis y evolución del derecho urbanístico español, (1812-1856)*. Madrid 1973, pp. 434-444.
21. Núñez Granés, P., op. cit.
22. Núñez Granés, P., op. cit.
23. Soria, A.: "Nuestra huelga", *La Ciudad Jardín* nº 691, p. 266, citado por D. Barndis y R. Mas en: "La ciudad lineal y la práctica inmobiliaria de la compañía de urbanización (1894-1931)", en *Ciudad y Territorio* Nº 3, 1981.
24. Sambricio, C.: "Las promesas de un rostro: Madrid 1920-1940. De la metrópolis al Plan regional" en *Madrid, urbanismo y gestión municipal*. Ayuntamiento de Madrid 1984, p. 20-25.
25. Sica, P.: *Storia dell'urbanistica: Il novecento*. Roma-Bari 1980, p. 26.
26. Núñez Granés, P.: *Ideas generales sobre la urbanización de las grandes urbes*. Madrid 1908.
27. Núñez Granés, P.: "Ideas actuales sobre urbanización y análisis de las mismas", capítulo II de *La extensión general de Madrid desde los puntos de vista técnico, económico, administrativo y legal*, Madrid 1924, pp. 11-30.

OBRAS DE PEDRO NÚÑEZ GRANÉS

Ayuntamiento de Madrid. *Vías públicas del Ensanche. Memoria relativa a la organización del personal y servicios de vías públicas del Ensanche y a las obras ejecutadas en este ramo desde el 30 de junio de 1899 a igual fecha de 1900.*

Madrid, Imprenta Municipal, 1900, 25 pp.

Ayuntamiento de Madrid. *Vías públicas del Ensanche. Memoria relativa a los trabajos efectuados en dichas vías, desde el 1 de julio de 1900 al 31 de diciembre de 1901, y exposición de las medidas que deberían adoptarse para mejorar algunos servicios.*

Madrid, Imprenta Municipal, 1902, 50 pp.

Ayuntamiento de Madrid. *Vías públicas del Ensanche. Memoria relativa a los trabajos efectuados en dichas vías en los años 1902 y 1903.*

Madrid, Imprenta Municipal, 1904, 62 pp.

Vías públicas del Interior, Ensanche y Extrarradio. Memoria relativa a los trabajos efectuados en dichas vías en los años 1904 y 1905.

Madrid, Imprenta Municipal, 1906, 231 pp.

Ideas generales sobre la urbanización a los alrededores de las grandes urbes. Trabajo presentado al Congreso verificado en Zaragoza en 1908 por la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, premiado con la medalla de los Sitios de dicha ciudad.

Madrid, Imprenta Municipal, 1908, 37 pp.

Ayuntamiento de Madrid. *Vías públicas del Interior, Ensanche y Extrarradio. Memoria relativa a los trabajos efectuados en dichas vías en los años 1906, 1907 y 1908 con indicación de los que precisa hacer para mejorar sus pavimentos.*

Madrid, Imprenta Municipal, 1909.

Proyecto para la urbanización del extrarradio de Madrid, premiada con el diploma de honor de la Exposición Internacional de Dresde de 1911 y aprobado por el Excmo. Ayto. en 31-III-1911 y definitivamente, por Real Decreto de 15-8-1916.

Madrid. Imprenta Municipal. 1ª ed. 1910, 117 pp.; 2ª ed. 1912, 192 pp.

Urbanización del extrarradio. Necesidad de llevar a cabo esta mejora urbana y beneficios que se obtendrán con su ejecución; folleto premiado con medalla de oro del Centenario de los Glorioso Sitios de Astorga.

Madrid. Imprenta Municipal. 1ª ed. 1912, 32 pp.; 2ª ed. 1914, 39 pp.; 3ª ed. 1916, 38 pp.

Pliego de condiciones facultativas para adjudicar, mediante concurso, el servicio de alumbrado público de esta Corte, por gas y electricidad.

Madrid. Imprenta Municipal, 1912.

Pliego de condiciones facultativas para adjudicar, mediante concurso, el servicio de alumbrado público de esta capital, utilizando exclusivamente energía eléctrica.

Madrid. Imprenta Municipal, 1912.

Proyecto general para la mejora de los pavimentos de Madrid. Aprobado por Real orden de 19-XI-1913, previo informe del Ingeniero Jefe de la provincia y del Consejo de Obras públicas.

Madrid. Imprenta Municipal, 1913, 143 pp.

Informe sobre las proposiciones presentadas en el concurso para el alumbrado de Madrid.

Madrid. Imprenta Municipal, 1913.

Informe sobre la revisión unificada de los tranvías de Madrid.

Madrid. Imprenta Municipal, 1914, 13 pp.

Proyecto de reglamento para el servicio del alumbrado público de Madrid.
Madrid. Imprenta Municipal, 1915.

Proyecto para la prolongación del Paseo de la Castellana.
Madrid. Imprenta Municipal, 1917, 61 pp.

El problema de la urbanización del extrarradio.
Madrid. Imprenta Municipal, 1920, 584 pp.

La extensión general de Madrid desde los puntos de vista técnico, económico, administrativo y legal.

Madrid. Imprenta Municipal, 1924, 122 pp.

"Proyecto de urbanización del extrarradio."
Arquitectura. Nº 58, febrero 1924, pp. 21-43.

Memoria, sobre la viabilidad de Madrid.
Madrid. Imprenta Municipal, 1924, 46 pp.

Divulgaciones de urbanización. Principios tenidos en cuenta para el estudio del Plan General de Extensión de Madrid y normas técnicas y económicas para llevarla a cabo.

Madrid, Editorial Plus-Ultra, S.A., 1926, 52 pp.

Ayuntamiento de Madrid: *El problema de la urbanización del extrarradio de dicha villa.*
Madrid, Imprenta Municipal, 1928.

Acte commemoratiu del
XXV aniversari de la celebració del
IX Congrés Internacional
d'Història de la Ciència
(Barcelona-Madrid, 1959)
Parlaments

JOSEP M. MILLÀS I VALLICROSA I LA SEVA ESCOLA

per

JOAN VERNET I GINÉS

El 1981 es complí mig segle des del moment que el meu mestre, Josep M. Millàs i Vallicrosa, publicà el seu primer llibre sobre història de la ciència àrab. Em refereixo a l'*Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, que encara avui gaudeix del mateix valor que en el moment de la seva publicació i al qual només s'han pogut fer esmenes d'entitat escassa.

És cert que abans que ell emprengués aquest camí hom havia escrit algun article sobre la influència de les ciències exactes àrabs en l'Europa medieval; que la qüestió havia estat objecte de polèmica entre pensadors musulmans i cristians; però no és menys cert que aquests problemes havien estat abordats a partir de textos literaris, de testimonis escrits per gent culta però que, de cap manera i salvant comptades excepcions, podien aspirar a penetrar i entendre els "misteris" que pot haver-hi rera una fórmula matemàtica. En uns casos, perquè els textos aràbigos-espanyols havien estat abordats per científics sense coneixement de l'àrab, els quals es refiaren de les traduccions, freqüentment impròpies, d'arabistes que no tenien nocions de matemàtiques i, en altres, perquè —exceptuant l'anomenada fins llavors "Escola de Toledo"— el lligam que unia i vinculava la cultura científica europea de l'Edat mitjana amb l'àrab romanica gairebé desconegut.

Millàs, doncs, basant-se en el manuscrit 225 del Monestir de Ripoll, conservat a l'Arxiu de la corona d'Aragó, a Barcelona, fou el primer que provà fefaentment que ja des del segle X s'havien portat a terme traduccions de textos científics àrabs al llatí. Aquesta afirmació anava seguida d'un estudi detalladíssim dels tractats continguts al manuscrit mencionat, destruïa la llegenda que Gerbert, futur Papa amb el nom de Silvestre II, hagués estudiat a Còrdova i, de l'anàlisi de la seva correspondència, deduïa que Vic, Ripoll i

Barcelona havien estat les ciutats en les quals, per primer cop, s'havia trasbalsat el saber oriental a l'Occident. Si avui, més de cinquanta anys després, examinem amb detall les seves afirmacions, veurem que han aparegut poques innovacions.

Hom ha pogut identificar l'ardiacà Lupitus (LLOBET), traductor a Barcelona; hom ha establert que els monjos que treballaren a Ripoll no eren tots catalans sinó que, barrejats amb ells, hi havia alguns mossàrabs immigrants procedents, possiblement, de Còrdova; que certes innovacions tècniques – el quadrant astronòmic anomenat *vetustissimus* per Millàs – reberen algun dels seus afegiments, probablement, de mans cristianes i no mulsulmanes.

Però com dèiem al començament, l'obra es manté ufana, fresca i actual i encara avui és la base de partida per a ulteriors estudis per erudits de tot arreu del món. Com no vull fer aquí una exposició pesada i bibliogràfica, em limitaré a assenyalar que els anys 1981-83 han sortit més de tres articles de diferents autors estrangers que precisen però no modifiquen substancialment les tesis exposades per Millàs.

L'obra era destinada a tenir tres volums, però les circumstàncies de la guerra civil feren que els dos restants no apareguessin en la forma prevista, és a dir, en català i en tan sols dos volums. Tornaré a aquesta qüestió, ja que, com a continuador, encara que en aspectes diferents, de l'obra del meu mestre, conec els detalls i les vicissituds patits per l'obra i a alguns d'ells m'hi vaig referir en rebre Juli Samsó a la Reial Acadèmia de les Bones Lletres de Barcelona.

Millàs, nascut a Santa Coloma de Farners el 1897, havia reunit una massa ingent de material inèdit entre 1923 i 1931 i havia entrat a sac –en el bon sentit de la paraula– en totes les biblioteques espanyoles i europees que se li posaren a l'abast de la mà, dominant l'àrab i l'hebreu; dedicà els anys de la República a l'edició i la traducció de diferents textos àrabs conservats únicament en versió hebraica o textos hebraics d'autors catalans i provençals dels segles XI-XIII, de caràcter astronòmic o matemàtic. Així fou iniciada una "Biblioteca Hebraico-Catalana", patrocinada inicialment per Cambó i, més tard, per la Universitat Autònoma de Barcelona. Després de l'aparició de 4 volums trobà la seva fi amb el principi de la nostra guerra. Aquestes obres, importantíssimes pels mateixos textos, acompanyades per un pròleg que les situava dins llur entorn històric-científic, eren les fites d'on, més endavant, havien de sortir el segon i el tercer volums de l'*Assaig*.

Quan acabà la nostra guerra civil, Millàs tenia a punt d'enviar a la impremta dos llibres escrits en castellà: els *Estudios sobre Azarquiel* i *Las traducciones orientales en la Biblioteca Capitular de Toledo*. Quedava pendent, també, la conclusió de l'*Assaig*. Veurem quina fou la sort de cada una d'aquestes obres.

Las traducciones orientales en la Biblioteca Capitular de Toledo fou la

més afortunada. Guanyà un premi del Consejo Superior de Investigaciones Científicas i fou publicada ja el 1942. Sota la forma anodina d'un catàleg de manuscrits, gairebé tots ells de caràcter científic, hom donava a conèixer al món, no solament la importància com a seu de traduccions que tingué Toledo en el segle XII, sinó també una sèrie de ciutats com ara Tarassona (cas estudiat en la tesi de Millàs *junior* dirigida per mi), que també sentiren la necessitat d'aprofitar-se de la ciència àrab que queia a les seves mans en el moment de la Reconquesta. En apèndix, Millàs donà l'edició dels textos que considerava més importants i, en el pròleg, establia la història real de com, quan, per què i qui havia portat a terme aquestes traduccions. Evidentment, aquest pròleg no ha perdut actualitat i demostra clarament que l'amor per la ciència oriental dels cristians no fou patrimoni exclusiu de cap regió d'Espanya.

Tingueren menys sort, però, en definitiva, en tingueren, els materials que havien d'integrar els dos darrers volums de l'*Assaig*. Millàs tenia escrits, amb la seva lletra petita i inclinada, una gran part dels textos de base traduïts al català per a prendre'ls com a punt de partida i per a continuar la construcció de l'obra iniciada al volum I. Però no tenia ànims per a traduir-los al castellà i redactar la síntesi que aquells textos exigien. D'altra banda, la persona que hauria pogut ajudar-lo en aquesta tasca, el seu ajudant d'abans de la guerra, Pere Grases, havia hagut d'exiliar-se ja el 1936 i, per motius polítics, no podia tornar a Espanya. En aquesta situació, Millàs topà a les seves classes amb mi, cap al 1943-44, i més tard amb David Romano. Ens convencé perquè portéssim a terme la traducció del català al castellà dels textos ja veritats per ell de l'hebreu o de l'àrab, revisà les nostres traduccions, els afegí una introducció de circumstàncies i ho publicà al Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Així, al cap d'uns anys, cap al 1950, quedà gairebé completa la base documental que hauria integrat els volums II i III de l'*Assaig*, que haurien estat, aquests sí, de síntesi. Cal al 1960, encara apareixeria algun nou text susceptible d'ésser inclòs en aquesta sèrie. I en aquestes dates, foren compilades dues col·leccions d'articles seus en dos volums que recollien el fonamental de la seva obra dispersa en diverses revistes i que, en bona part, constituïen desenvolupaments i complements al que havia exposat en las seves *Traducciones orientales*...

Els seus *Estudios sobre Azarquiel* tingueren una sort molt pitjor. Malgrat que el manuscrit se salvà miraculosament de les vicissituds de la guerra civil, quedà destruït en bona part en l'incendi que devastà la impremta on es composava. D'aquí ve que el peu d'impremta porti les dates 1943-1950, ja que hom tardà set anys per a refer els originals a partir de les quartilles mig cremades que s'havien salvat de l'incendi. En aquella època jo era el seu adjunt i com a tal vaig intervenir en la reconstrucció tal com hom ho féu constatar, expressament, en el pròleg. Algun dels textos era particularment difícil,

algunes de les lletres de les figures geomètriques podien confondre's, ja en l'original, i foren la causa d'algunes errades més enllà de les necessàries. A partir d'aquest moment, Millàs, que solia escriure el seus originals a mà, passà a escriure-l's a màquina i jo, més escarmentat que ell, sempre els escric a màquina, en trec dues còpies i les guardo en llocs diferents, per evitar adversitats com la que he mencionat.

Quan vaig ésser professor adjunt, cap al 1947, Millàs m'encarregà de l'ensenyament d'una assignatura tradicional de la Universitat de Barcelona: la d'Història de la Ciència Àrab. Seguint els canons medievals, podem admetre que la meua docència iniciava la segona *tabaqa*, a Barcelona, d'aquesta matèria. Durant quinze anys, fins que el 1962 un primer atac de trombosi cerebral disminuï notablement les facultats del meu mestre, tots dos vàrem publicar en aquest camp i vàrem veure com apareixien nuclis consagrats a aquests estudis —especialment pel que fa a la farmacologia, la medicina i l'agricultura— en altres universitats espanyoles. Aquestes especialitats, tanmateix, malgrat haver estat cultivades esporàdicament per nosaltres, no constituïen el nucli central de la nostra activitat dedicada a les ciències exactes, físiques i naturals.

Per la meua banda, si en algun punt, per exemple en tractar d'Ibn al-Kammād, seguia línies de treball iniciades pel meu mestre, en altres me n'apartava. Així, per exemple, en dedicar la meua tesi a l'estudi de l'obra astronòmica del marroquí Ibn al-Bannā, o en preocupar-me de problemes geogràfics (edició del *Kitāb baṣṭ al-ard*, d'Ibn Sa'īd al-Magribī) o nàutics. No és que aquests darrers no haguessin atret l'atenció de Millàs, però mentre ell es fixava en la ciència nàutica espanyola del Renaixement, jo anava enrera i intentava demostrar les condicions sota les quals hom havia portat a terme les primeres navegacions d'altura amb l'ajuda de la brúixola i la carta nàutica, així com les relacions científiques que podien haver existit entre els pilots de la Mediterrània i de l'Índic.

El prestigi de Millàs assolí el seu zenit quan s'organitzà a Barcelona i Madrid el IX Congrés Internacional d'Història de la Ciència (1959) i quan fou escollit president de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences, de París.

En aquesta època, ja estava realitzada l'obra principal de Millàs, els resultats de la qual poden resumir-se en unes línies. En les seves tres obres màximes (*Assaig*, *Traducciones orientales*, *Estudios sobre Azarquiel*) havia demostrat: que la ciència àrab havia entrat a Europa a través de Catalunya ja en el segle X; que en el segle XI el transvasament cultural havia estat més lent que en el segle immediatament anterior i que els científics europeus havien procedit, sobretot, a re-elaborar i refondre els materials rebuts el segle X; que en el segle XII hom havia portat a terme una gran quantitat de traduccions de tot tipus d'obres i que, en general, hi era donat a conèixer amb vera-

citat el nom de l'autor de l'obra original, així com el del seu traductor o traductors; que aquestes obres traduïdes eren, de vegades, traduccions d'obres gregues i que, per consegüent, Europa conegué el llegat de l'antiguitat gràcies a aquestes versions àrabs abans que arribés, de manera directa, mitjançant les traduccions de Guillem de Moerbeke i altres autors, un o dos segles més tard; que la ciència àrab no era un mer trasllat de la grega, sinó que en determinades matèries havia demostrat ésser tan creadora com en altres ho havien estat els grecs; que els treballs d'Azarquiel havien obert la porta a l'astronomia moderna, ja que a través del rei Alfons X el Savi, unes vegades de manera fidedigna, i altres un xic infidel, s'havien anat infiltrant en el nostre continent, arribant fins als segles XV i XVI, en què foren objecte d'estudi per part de Regiomontanus, Copèrnic i altres autors; que l'agricultura, almenys a partir del segle XI, havia viscut un caràcter experimental i els tractats d'alguns autors (vg. Ibn Bassāl, Ibn Wāfid) havien estat traduïts al castellà i havien influït en obres renaixentistes d'aquesta matèria; que determinades tècniques àrabs de navegació havien tingut la seva part en el descobriment d'Amèrica; que Azarquiel havia demostrat per primera vegada el moviment de l'apogeu del Sol, etc.

L'única cosa lamentable de tot aquest immens treball és que el seu autor, fulminat per la trombosi de 1962, no pogué portar a terme una obra de síntesi de com veia el panorama científic de l'Espanya medieval. En aquest sentit, un llibre com el que escriví amb el títol de la *Poesía sagrada hebreico-española* hauria estat d'una utilitat molt gran.

La segona generació d'aquesta escola la constituïrem David Romano i jo mateix. El primer s'introduí al camp de la ciència hebrea publicant, amb Millàs, un tractat de cosmografia d'un jueu italià del segle XVII en el text del qual ressonen els ecos de l'Edat Mitjana; un estudi sobre els traductors jueus de la cort d'Alfons X el Savi i una breu introducció, junt amb Vernet, de l'Atlas Català de Carles V. Circumstàncies que no vénen al cas el portaren a apartar-se d'aquests estudis.

Per la meua banda, uns cops sol, altres en col·laboració amb astrònoms o matemàtics com Orús i Català, em vaig consagrar inicialment a l'edició de textos acompanyats o no de la corresponent traducció castellana. Així, i a part dels que ja hem mencionat, creiem haver demostrat l'existència de traduccions àrabs procedents de textos científics llatins d'astrologia, és a dir, la transmissió del *Libro de las cruces*; l'ús de la brúixola d'esquer en la Mediterrània occidental ja en el segle X i el de la *toleta* de Marteiolo molt abans del que fins ara s'havia sospitat; l'ampliació de la mida de l'univers molt més enllà dels límits assenyalats per Ptolemeu i la importància que aquest fet tingué per a l'evolució del copernicanisme; les aportacions que suposen algunes obres d'Arquimedes només conservades en àrab; la utilització dels astròlegs de cort per part dels omeies; i alguna coseta més. Qui

s'interessi per aquestes qüestions podrà trobar les referències exactes en la Miscel·lània que em dedicaren els meus deixebles amb el títol d'*Estudios sobre historia de la ciencia medieval* (1979). Però, en tot cas, el nostre paper fonamental —encara que ningú no pot jutjar-se a si mateix— rau, possiblement, en haver forçat gairebé sempre la realització de tesis sobre història de la ciència àrab a la Universitat de Barcelona, diverses d'elles ja, afortunadament, publicades i que, en un sentit o altre, seran la causa que el camí emprès fa més de cinquanta anys per Millàs continuï endavant. Tots els meus alumnes saben que si accepto la direcció de tesines sobre qualsevol qüestió de l'arabisme, no passa el mateix amb les tesis, les quals, en la major part, se cenyeixen a qüestions científiques o bé a estudis sobre alcorans aljamiats. Prescindint d'aquests darrers, en podem veure algunes de les primeres.

En el camp de la matemàtica pura, Maria Victòria Villuendas Díaz treballà un manuscrit molt interessant d'Ibn Mu'ād, alcadí de Jaén (m. 1079), que conté el tractat més antic de trigonometria esfèrica conegut avui al món. Així, la data tradicionalment admesa per a l'inici d'aquesta ciència, com a matèria independent de l'astronomia, quedava rebaixada bruscament en més de dos segles: ja no era el *Tractat del Quadrilàter perfecte*, de Naşîr al-Dîn ʿTūsî, ni el *Tractat anònim* oriental publicat per Hayretdinova, ambdós del segle XIII, els representants més antics d'aquesta disciplina, sinó el d'aquest alcadí. La tesi, que estudia altres obres d'Ibn Mu'ād, ha estat publicada en la seva part trigonomètrica, amb el títol: *La trigonometria europea en el siglo XI. Estudio de la obra de Ibn Mu'ād: El Kitāb maǧhūlāt* (Barcelona, 1979).

La mateixa autora, en analitzar un dels manuscrits que li servien de base, pogué donar al seu llibre la descripció d'un tractat de màquines, autòmats i rellotges de Sol i mecànics, obra d'un autor aràbiga-espanyol del segle XI i que fou copiat per Rabiçag per manament d'Alfons el Savi al Toledo de l'any 1266. Un estudi d'aquest tractat, encara provisional, ha estat publicat per nosaltres a *Al-Andalus*, 43,2 (1978), 405-421. Aquest tractat està donant lloc a una sèrie de discussions científiques en les revistes de caràcter internacional, però ja podem avançar que, atès que Villuendas, Casals i jo mateix l'hem transcrit, traduït i ara estem estudiant-lo amb detall i reconstruint les seves màquines, malgrat dificultats múltiples que presenta, serà publicat en un futur no molt llunyà.

Un altra tesi interessant, també publicada, fou la de Juli Samsó, destinat a ésser el *ra'īs* de la tercera *ṭabaqa* de l'Escola de Barcelona. A partir d'una edició de Hyderabad de textos sobre l'astrolabi, pogué donar a conèixer una sèrie de detalls sobre aquest instrument tan característic de la cultura àrab i que encara avui s'utilitza com a símbol iconogràfic en alguns bitllets i segells de correu. Els textos en qüestió, com la major part dels que figuren en les edicions de tipus científic portades a terme a Hyderabad els anys tren-

ta i quaranta, presentaven nombroses errates d'impremta. Tanmateix, pogueren ésser salvades mitjançant el raonament lògic de la matemàtica i hom aconseguí una sèrie de conclusions que obrien nous camps de recerca. Em limitaré a assenyalar que avui en dia Samsó és un dels principals, sinó el principal especialista en el camp dels instruments astronòmics àrabs, i que a ell es deu la clarificació de problemes com el que representava l'astrolabi *šakkāzī* vint anys abans d'haver iniciat ell la seva tesi, és a dir, quan jo escrivia la meua. Llavors semblaven de solució difícil per dues raons absolutament diferents: per la dificultat d'obtenir microfilms i llibres de l'estranger – recordi's que, per motius polítics, s'havien retirat de Madrid les embaixades de gairebé tots els països – i per l'escassa quantitat de llibres sobre història de l'instrumental astronòmic de què disposàvem a Barcelona.

Enllaçada, des del punt de vista conceptual, encara que no ho sembli, es troba la tesi d'Anna Maria Labarta Gómez, llegida fa uns anys, i finalment impresa. El treball en qüestió toca de ple amb l'astrologia, ja que tracta de la història astrològica del món tal com la veié un xii persa, de la família dels Nawbajtí, cap els anys 930. Evidentment, el manuscrit en què es basa havia estat estudiat ja des del punt de vista astronòmic per diversos autors, entre els quals hom ha de mencionar E.S. Kennedy, Pingree, Van der Waerden, etc., però no passava el mateix des del punt de vista astrològic, car s'ha de reconèixer que les pseudo-ciències no solen gaudir dels favors dels científics purs. Però no per aquesta raó s'han de deixar de banda, ja que són molts milions de persones que hi han cregut i hi creuen i les decisions de les quals, de vegades, són preses en funció de la predicció de l'interpret de torn. Sense anar més lluny, em permetré de recordar aquí un breu article meu publicat a *Al-Andalus*, 37 (1972), 453-462, on pot veure's com Kepler hagué d'aixecar els horòscops de Jesús i de Mahoma per a poder predir a qui corresponia la victòria, als austríacs o als turcs, llavors en guerra i el vaticini de la qual exigia l'emperador Rodolf II. Si això era així el segle XVII, pot imaginar-se el que passava abans.

Doncs bé, el manuscrit de Labarta ens explica pràcticament el perquè dels fets del passat en funció de les posicions dels astres en el moment dels equinoccis i dels solsticis d'uns determinats anys clau. Llàstima que, quan Nawbajtí sembla fer prediccions per al futur, aquestes no tinguin l'exactitud de les que exposa unes pàgines abans. En aquest cas, passa una cosa semblant al que succeeix al món cristià amb les profecies de "sant" Malaquies: són exactes fins al moment de la seva aparició, però el·líptiques i sibilines per als anys següents. La tesi en qüestió aborda, a més, una hipòtesi a comprovar: que els horòscops que contenen són una exemplarització de les teories exposades en el *Kitāb al azmīna* del mateix autor.

A mig camí entre l'astronomia i la geofísica es troba la tesi de Leonor Martínez Martín, basada en un *unicum* de la biblioteca de El Escorial, obra

d'un autor, Ibn al-Zayyāt, del final del segle XII i el principi del XIII, que tracta sobre l'origen de les mares marítimes. La traducció castellana n'ha aparegut ja fa uns anys. Ara ja tenim també l'edició del text àrab i a més un resum de tot el que saberen els musulmans sobre això, posat al dia, a l'*Enciclopédie de l'Islam*. Hom hi veu la dependència en aquesta matèria dels geògrafs i altres tractadistes respecte a la ciència de l'Antiguitat; algunes vegades apareixen dades que, evidentment, procedeixen del món clàssic, i la transmissió de les quals, però, encara no hem pogut explicar. A més, com que l'imperi àrab abastà una extensió i uns límits més grans que el romà i que els seus comerciants recorregueren oceans com l'Índic, que havia estat pràcticament tancat gairebé sempre a aquells, no ha d'estranyar que, al costat d'explicacions rigorosament científiques i populars, n'apareguessin d'altres fins llavors insospitades. Igualment, la penetració comercial i cultural portada a terme pels àrabs a l'interior d'Àfrica i d'Àsia, o en algunes navegacions atrevides, donaren força de material de base als seus científics perquè poguessin discutir, amb un coneixement de causa més gran que els seus precursors, aquest fenomen que tenia intriguats els seus principals pensadors. La inserció en el manuscrit de què parlem de mapes, figures i esquemes geogràfics en fa un instrument de primer ordre per a conèixer la cosmografia de l'època.

Tot això ens porta a parlar de la geografia, matèria sobre la qual han llegit la tesi Francesc Castelló Moxó i Maria Dolors Bramon Planas. La del primer, amb el títol *Estudios sobre un tratado de geografía árabe: El Dir̥k al-aqālīm...*, de *Ishāq b. Ḥasan al-Zayyāt*, arriba a les conclusions següents: a la identitat del *Kitāb ākām al-marjān* amb el *Dir̥k al-aqālīm...*, essent aquesta darrera obra més completa que la primera, ja que posseeix una introducció de geografia general que manca en aquella; que a partir del cinquè capítol tots dos textos es complementen; demostra que els dos primers capítols i part del tercer del *Dir̥k al-aqālīm* es troben també en l'obra *Kitāb al-bad'wa-l-ta'rīj* que, indugudament, s'atribueix a Ibn Sa'id al-Magribī; estableix que l'autor del *Dir̥k...* visqué a al-Àndalus, a la regió de Saragossa, probablement cal al final del segle X o al principi de l'XI; nota la influència d'al-Juwarizmi pel que fa el text pròpiament dit, i assenyala, de pas, com és evident, que aquest Ibn al-Zayyāt no té res a veure amb l'autor homònim del *Tractat de les Mares* a què ens hem referit més amunt.

La segona tesi és destinada a comparar el text àrab d'al-Zuhri o anònim d'Almeria, editat a Argel (1978), amb la traducció castellana resumida que se'n féu en el segle XIV. És obra de gran erudició i que aportarà nous detalls als fins ara coneguts sobre els mètodes utilitzats pels traductors medievals. Però, a més, donarà a conèixer determinats episodis de la nostra vida cultural del segle XII i sobre una sèrie de llegendes i idees etnològiques llavors en boga.

Encara ens queda per mencionar —excepte que cometem alguna omisió involuntària —la que està escrivint Joan Carreras i Martí sobre les traduccions al català de l'Avicenna mèdic. Em refereixo a la del llibre IV del *Canon*, que fins ara havia passat pràcticament inadvertida.

Hem dit que la tercera *tabaqa* pot considerar-se que s'inicia amb Juli Samsó Moya i, per consegüent, hauré de tornar a parlar ara sobre ell, atès que a part de la tesi, a què m'he referit abans, és ja autor d'un nombre considerable d'obres que marquen una línia decidida dels seus estudis. Efectivament, el 1980 escriu el pròleg a l'edició de Pedro Maria Cátedra del *Tratado de Astrología atribuido a Enrique de Villena*. El llibre, interessant per si mateix, és, en molts passatges, difícil d'entendre per a un lector profà que no estigui introduït en els coneixements populars i erudits de la gent culta de l'Espanya del segle XV. El pròleg de Samsó salva aquesta dificultat, perquè, sense ajustar-se a una explicació correlativa del text, l'analitza agrupant-ne les matèries per grans temes —entre els quals, com és lògic, inclou en apartats diferents l'astronomia i l'astrologia— i dóna per primer cop, que sapiguem, una visió de conjunt del que, sobre aquestes matèries, conegueren els hispans d'aquella època. D'altra banda, l'abundància de dibuixos explicatius contribueix a fer netament intel·ligibles alguns problemes astronòmics que, sense ells, no ho serien.

Vegem-ne un exemple senzill que provarem de despullar de tota càrrega matemàtica —tractem d'aquest aspecte en un altre lloc— i que presenta un interès màxim per al món musulmà i cristià. És sabut que amb motiu del cinquè centenari del naixement de Copèrnic (1973) es portaren a terme una sèrie de recerques sobre els orígens del sistema heliocèntric d'aquest autor. Els coneixements fins llavors obtinguts mostraven força clarament que, per una o altra via, Copèrnic havia conegut els treballs científics d'alguns astrònoms de l'Orient Pròxim i que els havia tingut molt en compte en el moment de redactar el seu *De revolutionibus...* Aquesta problemàtica quedà recollida per mi mateix en un llibret: *Astrología y astronomía en el Renacimiento: Copèrnic* (Barcelona, 1974). I així també apareix en el pròleg de Samsó que estem comentant.

Ara bé: el llibre de Villena ens dóna tres tipus diferents de mida de l'univers, els quals es troben en la línia dels astrònoms o pensadors musulmans i jueus "heterodoxes" respecte al pensament de Ptolemeu. I aquí és on es planteja un nou problema que no sé si ha passat inadvertit fins ara. Copèrnic sabé, ja fos conegut d'oïda, o a través del seu *Commentariolus* o de la *Narratio Prima* del seu deixeble, Rètic, que el seu sistema era rebutjat rotundament pels dos màxims representants de la Reforma: Luter i Melancton. Sembla, però, que no pensà que les seves idees poguessin ésser objecte de condemna per part de la Cúria Romana. I, de moment, i durant molts anys, no ho foren, malgrat que en rigor mancaven proves objectives per a

demostrar, d'una banda, el moviment de rotació de la Terra i, de l'altra, el de translació. D'on podia venir la seva seguretat que no anava errat? Perquè si la Terra girava al voltant del Sol, tal i com ell ho pretenia; si els estels es trobaven a la distància que Ptolemeu i els seus seguidors creien, aquests havien de presentar un paral·latge sensible des del moment que el mateix Copèrnic afirmava que, amb els instruments de l'època, podia determinar angles de fins deu minuts d'arc. I sembla estrany que aquesta manca de paral·latge no li cridés l'atenció.

Probablement el que feia ometre el plantejament d'aquest problema a Copèrnic eren els grans dubtes que sentia sobre la veracitat de les distàncies dels astres a la Terra —en el seu cas al Sol— ja que devia conèixer les mesures tan diferents atribuïdes al radi del nostre univers. Si Villena, que no era astrònom i que reflectia tradicions molt diferents i enfrontades, donava valors molt allunyats entre ells, hom ha de creure que Copèrnic també coneixia aquestes querelles i que, si s'hagués plantejat el problema, el que era la seva idea bàsica, l'heliocentrisme, s'hagués vist en perill de no ésser admès ni per tiris ni per troians, ja que la manca de paral·latge dels estels fixos, o dit d'altra manera, la impossibilitat de determinar-lo en el segle XVI, feia sospitar que era inferior, potser molt inferior, als deu minuts d'arc i, en conseqüència, aegantava la grandària del nostre univers fins a un límit que quedava fora de les imaginacions més atrevides de la seva època.

Recordem, simplement, i per a fixar una mica les idees, que, quan jo estudiava, els límits de l'univers es consideraven situats a la meitat de distància d'on avui, des dels treballs de Baade (1952), els fixem, i que la data teòrica de la creació ha retrocedit de manera similar en el temps.

Per tant, ignorar el problema, problema que Copèrnic podia plantejar-se sense cap dubte basant-se en les mesures no ptolomaïques, que tenia a l'abast, contribuïa a evitar un escull de primera magnitud a la seva teoria principal: la de l'heliocentrisme. Una cosa semblant féu, entre els àrabs, al-Battānī.

Oblidant-nos d'aquest *excursus* que ens ha suggerit la lectura del pròleg de Samsó al *Tratado de astrología atribuido a Enrique de Villena* i tornant als seus treballs, caldrà assenyalar la seva important contribució a la història dels calendaris populars, representats a l'Espanya musulmana pel Calendari de Còrdova, que, com ho demostra Samsó, tingué una llarga sèrie de precursors i una no menys llarga sèrie de continuadors, tant en el món musulmà com en el cristià, en els calendaris agrícoles que encara avui, quan s'acosta la fi de l'any, es venen als nostres quioscs.

Podria estendre'm més, i potser ho hauria de fer, en les aportacions al camp de la història de la ciència portades a terme pel jove Samsó, però crec que n'hi ha prou amb el que he dit, i més quan qui vulgui informar-se sobre aquesta matèria pot trobar la ressenya bibliogràfica dels seus treballs a les

pàgines 49-51 del seu discurs d'entrada a la Reial Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona (1981), al qual vaig tenir l'honor de contestar. I el tema del discurs correspondria de ple al d'aquestes línies: *Alfonso X y los orígenes de la astrología hispánica...*

NOTES AL VOLTANT DEL DESENVOLUPAMENT DE LA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA A L'ESTAT ESPANYOL EL DARRER QUART DE SEGLE* (1969-1984)

per

VÍCTOR NAVARRO I BROTONS

Soc ací com a hipotètic representant de les noves generacions d'historiadors de la ciència sorgides els darrers lustres a l'Estat espanyol. Agraesc la consideració i accepto amb plaer la invitació i el supòsit, amb la condició única que això s'entenga en el sentit que la meua aventura personal com a aspirant a historiador de la ciència pot servir d'exemple, de mostra o de contrast amb la dels altres companys que, de forma tan poc raonable com jo, un dia emprengueren aquest estrany i, alhora, apassionant camí.

L'exposició que segueix, per això, és molt subjectiva i l'ofereixo com una sèrie, força breu, d'apunts, consideracions i reflexions personals al voltant de la història de la ciència a l'Estat espanyol els darrers vint-i-cinc anys. No és, doncs, de cap manera una anàlisi rigorosa i objectiva de la qüestió, tal i com aquesta mereix.

Amb el propòsit de tenir un marc general de referència i comparació, començaré recordant alguns aspectes de l'evolució de la història de la ciència com a disciplina científica a Europa i als Estats Units dins aquest mateix període. Per bé que la història de la ciència, entesa com a registre dels fets del passat científic i com a relació o discurs més o menys cronològic d'aquests fets, té una vasta i variada tradició, la seua constitució com a disciplina, en el sentit sociològic del terme, la qual cosa implica professionals dedicats a ella, associacions professionals, revistes, institucions, tractats i especialització secundària, és prou recent. Pot dir-se que va començar a les acaballes del XIX en alguns països d'Europa Central, encara que ha estat després de la Segona Guerra Mundial quan ha experimentat un creixement i una consolidació important, en especial en alguns països, com ara els Estats Units d'Amèrica.

Vegem-ne alguns indicadors. D'una selecció de 104 revistes d'història de la ciència, de la medicina i de la tècnica de tot el món que circulaven el 1982, 18 havien estat fundades abans del 1945 i la resta (86) després (llevat de 4, de les quals no es va poder esbrinar l'any de fundació).¹ El 1948 l'Acadèmia Internacional d'Història de les Ciències realitzà una enquesta, dirigida a les universitats i escoles superiors de tot el món, sobre l'estat de l'ensenyament de la disciplina. De 740 cartes enviades sols es varen rebre 171 respostes, 48 de les quals es limitaven a respondre que no s'ensenyava història de les ciències. Segons l'informe que hom elaborà a partir de les respostes, arreu del món es donaven 210 cursos (d'un any de duració o de poques lliçons) d'història de la ciència, de la medicina i de la tècnica (el 26,2% eren d'història de la medicina). D'Espanya sols hi respongué el professor Santiago Alcobé, titular de la càtedra d'antropologia, segons el qual es donava un curs obligatori d'història de la ciències naturals.²

Vint anys després d'aquest informe, en el Congrés Internacional d'Història de les Ciències celebrat a París el 1968, el professor Derek J. de Solla Price presentà un informe de la professió elaborat per ell mateix.³ En aquest informe hom estimava el nombre de professionals, en sentit ampli, és a dir, individus amb "visibilitat" en la historiografia de la ciència —deduïda a partir de revistes, congressos, associacions, ..., i altres fonts— en 1364, dels quals gairebé 1244 corresponien als països més destacats (EE.UU., Gran Bretanya, França, Unió Soviètica, Polònia, etc.) i 120 als menors (Suïssa, Dinamarca, Romania, etc.), incloent-hi Espanya, a la qual Price assignava 12 professionals. Pel que fa als EE.UU., Price afegia que la taxa de creixement de professors professionals d'història de la ciència estava entre un 13 i un 20% l'any. A més, si tenim en compte que la població mundial de científics hom l'estimava en, aproximadament, 700.000, hi havia gairebé un membre de la professió per cada 500 científics, o 50 físics o 200 químics.

Per desgràcia, no tinc dades més recents; això que hem exposat, però, pot servir-nos per a tenir alguns indicadors quantitatius de l'evolució i el creixement de la disciplina.

Segons el professor Kuhn, allò que permeté l'expansió de la història de la ciència com a professió als Estats Units, en els anys posteriors al 1947, fou la ràpida expansió dels col·legis i les facultats universitàries. D'acord amb les seues pròpies paraules: "Si l'educació superior americana no hagués estat creixent de forma ràpida i constant, la professionalització de la història de la ciència hauria estat força més lenta o no s'hauria produït en absolut."⁴ Siga com siga, aquesta expansió es va produir i avui els Estats Units són el país amb un grau més elevat de desenvolupament institucional d'aquesta disciplina.

Relatiu al desenvolupament i l'evolució de la historiografia cal dir, a grans trets, que a l'etapa d'expansió i consolidació, des del 1947 fins al 1969 aproximadament, hom assisteix a allò que podríem anomenar l'hegemonia

de l'internalisme, més o menys dins els termes establerts per Alexandre Koyré, l'autor més influent en la literatura històrico-científica d'expressió anglesa d'aquest període. Per a Koyré, la ciència és per essència *teoria*, recerca de la veritat, i té un desenvolupament inherent i autònom.⁵

Arnold Thackray ha relacionat aquest fet, és a dir, que l'emergència de la disciplina als Estats Units en els anys 50 s'haja produït sota l'hegemonia de l'internalisme, amb el fet que aquests anys 50 foren també la dècada de la bomba H, la guerra freda, del senador J. McCarthy, del jurament de Lleialtat, de l'anticomunisme militant i de la "generació silenciosa" d'estudiants. També, amb el fet que la majoria dels historiadors provenien del camp de les ciències naturals.⁶ Això és, una sèrie complexa de factors polítics, ideològics, socials i professionals contribuïren, tots plegats, a configurar la nova disciplina.

El panorama començà a canviar en la dècada dels 60 i, a mitjan la dels 70, "després d'una dècada de dura batalla en fronts en continu canvi, on la velocitat, la mobilitat i la tàctica semblen haver-se posat de relleu més que no pas la planificació estratègica, un flux constant de treball en la història social de la ciència va començar a emergir," en paraules de Roy Mac Leod.⁷ Mac Leod descriu est nou material amb els indicadors següents: 1) èmfasi en institucions científiques, 2) professions, 3) disciplines, especialitats i programes d'investigació, i 4) estudis de la ciència en relació amb desenvolupaments socials més amplis.

A tall de conclusió cal dir que no existeix a hores d'ara un model o "paradigma" historiogràfic universalment acceptat, ans al contrari, hi ha una pluralitat de creences, de mètodes i, de forma implícita, d'ideologies, entre els historiadors de la ciència. Hi ha postures i "escoles" i, cosa que és més interessant, hi ha pràctiques no definides encara formalment. A més, les postures dogmàtiques extremes, externalistes o internalistes, són cada vegada més rares, i a les revistes d'història de la ciència, així com, en general, a les publicacions d'aquesta matèria, hom adverteix una creixent diversificació i pluralisme.

A l'Estat espanyol, tothom ho sap, la història de la medicina i la història de la farmàcia han estat les úniques branques històrico-científiques amb un desenvolupament institucional. La història de la medicina inicià el seu procés d'institucionalització després de la Guerra civil, al voltant de la figura i l'obra de Pedro Laín Entralgo, que fou el primer professional espanyol amb dedicació completa als estudis històrico-mèdics. Laín Entralgo fundà la primera revista espanyola dedicada a la història de la medicina (*Asclepio*), el volum inicial de la qual aparegué el 1949. Fundà també, l'any 1948, l'Institut d'Història de la Medicina "Arnau de Vilanova" del CSIC i fou el primer promotor i primer president de la Sociedad Española de Historia de la Medicina, que es constituí el 1960 i celebrà el primer congrés estatal el 1961.

Posteriorment, s'han anat dotant altres càtedres o agregacions d'histò-

ria de la medicina en diverses localitats, com ara Salamanca, València, Barcelona, Granada, Valladolid, etc., amb la subsegüent constitució de departaments per a la docència i la investigació. La història de la medicina és assignatura obligatòria dins el *currículum* de medicina a totes les facultats de medicina de l'estat, malgrat que no totes compten amb un equip docent adient.

La constitució a l'Estat espanyol de la història de la medicina com a disciplina ha acomplert un paper força important en el desenvolupament de la història de la ciència, i això per diverses raons, d'entre les quals jo destacaria les següents: 1) Els mateixos historiadors de la medicina han estès llurs interessos cap a altres àrees històrico-científiques, en alguns casos perquè resulta difícil estudiar un aspecte o una branca de la coneixença científica d'una època amb aïllament de totes les altres. En el cas de la història de les ciències a Espanya, l'estudi de la coneixença i de la pràctica mèdiques en un període com ara el Renaixement, la Il·lustració o el segle XIX, tot i la seua especificitat i peculiaritats, planteja qüestions que pertanyen directament a altres àrees i a l'activitat científica en conjunt. 2) Les publicacions d'història de la medicina com ara *Asclepio* i els *Cuadernos de Historia de la Medicina Española*, editats, aquests darrers, entre 1962 i 1975, així com els congressos d'aquesta especialitat, han proporcionat possibilitats de publicació i llocs de trobament i de comunicació als practicants de la història de la ciència. En aquest sentit és força significatiu que la revista *Dynamis*, fundada fa poc temps per historiadors de la medicina, declare al subtítol la seua orientació plural cap a la medicina i les ciències: "Acta Hispanica ad Medicinæ Scientiarumque Historiam Illustrandam". 3) Les càtedres i departaments d'història de la medicina han fet possible l'existència de mitjans materials i han ofert estímuls, col·laboració i ensenyament sobre la metodologia del treball històric. Llurs titulars, a més, han col·laborat activament—en alguns casos—en la promoció institucional de la història de la ciència, per bé que els resultats aconseguits fins ara són encara precaris. A ells—i als historiadors de la farmàcia—, hom ha assignat darrerament la responsabilitat de jutjar la competència dels aspirants a professors titulars d'història de la ciència a les oposicions celebrades el maig d'aquest any i a les anomenades "*pruebas de idoneidad*".

Per tot això, no ha de resultar estrany que algunes de les línies de treball i programes d'investigació històrico-científica que s'han anat configurant i desenvolupant durant aquest període, ho hagen fet en estreta relació amb la història de la medicina. De tot això donen bona mostra els Congressos d'aquesta especialitat, als quals em referiré breument.

El II Congreso Español de Historia de la Medicina, que tingué lloc a Salamanca el 1966, dedicà una de les ponències al tema: "La Introducción de la medicina y la ciencia modernas en España."⁸ Va incloure comunicacions de López Piñero, García Martínez, Mariano Peset Reig, Peset Llorca, Marco Cuéllar, Terrada Ferrandis, Portela Marco i García Ballester, d'història de la medicina i la biologia, la química, les ciències físico-matemàtiques, i les

ciències històriques, jurídiques i econòmiques. És a dir, la ponència tingué un marcat caràcter interdisciplinar. En aquest congrés, López Piñero presentà ja una proposta de periodització de la ciència a l'Espanya del segle XVII, que desenvoluparia després el seu llibre *La introducción de la ciencia moderna en España*.

En el III Congrés, el caràcter inderdisciplinar es va accentuar més. Celebrat a València el 1969, les ponències de què es componia hi eren: "Medicina y Sociedad en el siglo XIX español" i "La Medicina, la Ciencia y la Técnica en la Historia Valenciana", a més de les comunicacions de tema lliure.⁹ Com deia Garcia Ballester, secretari del Congrés, això és "índice de la atención cada vez más creciente que los núcleos de trabajo existentes en España y los estudiosos en general dedican a estos dos aspectos de la historia social—la ciencia y la técnica—sin institucionalizar todavía en nuestro país, pero tan necesarios para la apreciación total de nuestro pasado y de la ciencia y técnica actuales."¹⁰ Un altre tret a destacar fou la participació, molt important, de professionals de l'anomenada història general (com ara Joan Reglà, Manuel Ardit, García Martínez, Emili Giralt i molts altres), així com de la història del dret, de l'economia i de l'art. Si hom considera l'escàs interès que els historiadors generals han atorgat habitualment a la història de la ciència, es podrà comprendre la importància d'aquesta àmplia participació de professionals d'aqueixa matèria al Congrés de València.

Devers 1974, un grup de professors de diversos camps, que exercíem la nostra activitat d'historiadors de les ciències de manera privada, o bé des d'alguna càtedra de filosofia o d'història, o acollits en algun departament d'història de la medicina, fundàrem la Societat Espanyola d'Història de les Ciències. L'objectiu hi venia indicat al manifest, que jo vaig redactar i que fou assumit plenament per tot el grup fundador: "promover y desarrollar el estudio, conocimiento e investigación de la historia de las ciencias en general y, más específicamente, y de manera privilegiada, de la historia de las ciencias en las distintas comunidades diferenciales que constituyen actualmente el Estado español." A més a més, s'hi especificava clarament, bé que a grans trets, com enteníem el treball històric: "La SEHC entiende que no se trata de averiguar si ha habido o no ciencia española, grandes figuras o grandes aportaciones, sino de investigar cuál ha sido la función que la ciencia —o, en cada caso, su deficiente implantación en nuestro medio— ha desempeñado en nuestra historia."¹¹ En conseqüència, no solament història del discurs científic —l'anomenada història interna—, sinó també història de les condicions de producció, difusió, ensenyament i aplicació del coneixement científic.

Sorgida de l'entusiasme i l'entestament voluntarista d'un grup, dins el qual, i llevat dels historiadors de la medicina, cap dels membres no era, ni podia ésser-ho, professional, en el sentit estricte del terme, de la història de la ciència, l'evolució subsegüent d'aquesta societat fins avui n'ha acusat el

fet. D'altra part, també s'hi ha reflectit l'interés creixent que el tema desperta entre els professionals de distintes àrees: professors de ciències d'ensenyament mitjà o superior, professors d'història, filòsofs, etc.

La Societat Espanyola d'Història de les Ciències edita una revista, *Llull*, amb les aportacions dels socis, de la qual s'han publicat 11 números de forma irregular. Ha celebrat diverses reunions a diverses localitats de l'Estat, dos congressos i en breu tindrà lloc el tercer. Els criteris d'admissió de socis són poc estrictes, per la qual cosa el seu nombre, que ja en supera els 200, i la taxa de creixement reflecteix més allò que dèiem relatiu a l'interés creixent per la història de les ciències que no la dedicació professional. Nogensmenys, aquesta dedicació també ha augmentat els darrers anys.

La manca d'institucionalització de la història de la ciència a l'Estat espanyol com a disciplina acadèmica independent ha fet molt difícil l'existència de grups o equips regulars de treball i de programes d'investigació desenvolupats de manera continuada i amb els mitjans materials adequats. Aquest fet esdevé manifest a la literatura relativa a la història de la ciència i de la tècnica apareguda dins aquest període de què parlem. Puix que, si bé en volum no és menyspreable —malgrat que no en tinc dades quantitatives, hom pot fullejar la *Bibliografía histórica sobre la ciencia y la técnica en España*¹² y el *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*¹³ per tal d'advertir-ho—, pel que fa al contingut temàtic, a la localització editorial i a altres característiques, metodològiques, etc., palesa una gran varietat i dispersió: hi ha estudis realitzats per científics que han dirigit llur atenció, més o menys ocasionalment, cap a la tradició científica pàtria de llur especialitat; altres deguts a historiadors de la medicina, de la ciència o de la tècnica, a erudits locals, a historiadors generals o cultivadors de branques força especialitzades de la investigació històrica (arabistes, hebraïstes, filòlegs clàssics, americanistes, etc.), historiadors de la filosofia, etc.

No és intenció meua ací fer una anàlisi crítica de tota aquesta literatura, ni el temps de què dispose m'ho permet. En escanvi em referiré breument a la tasca desenvolupada les dues darreres dècades per un dels rars grups que han assajat de desenvolupar un programa d'investigació històrico-científica a l'Estat espanyol. La meua pertinença a aquest grup em facilita la feina, bé que possiblement em lleva objectivitat.

El grup al qual em referesc és, òbviament, el format a la càtedra d'història de la medicina de València, a l'entorn de la figura del professor José María López Piñero.

A més dels treballs orientats cap a les ciències bio-mèdiques, realitzats o dirigits pel professor López Piñero, dels quals el conjunt més nombrós el constitueixen els relatius a la interacció entre ciència mèdica i societat a l'Espanya del segle XIX, realitzats els darrers anys amb la incorporació sistemàtica de les tècniques quantitatives, aquest grup ha orientat la seua activitat principalment devers l'estudi de l'activitat científica a l'Espanya moderna.

Una de les seues preocupacions fonamentals ha estat l'elaboració d'eines bàsiques de treball, com ara la *Bibliografía histórica sobre la ciencia y la técnica en España*, que amb els 3.214 títols que inclou significà un notable esforç per tal de reunir i de fer possible la recuperació de la historiografia existent sobre el tema; el *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, repertori de 816 biografies, amb bibliografia comentada de fonts i literatura secundària i índex de persones, institucions i disciplines; i l'inventari sobre *Los impresos científicos españoles de los siglos XV y XVI* en curs de publicació. Vull assenyalar que en la concepció i direcció del *Diccionario histórico* i en altres projectes i treballs de la càtedra ha participat força activament el professor Glick de la Universitat de Boston.

Pel que fa als estudis històrics, s'ha treballat principalment sobre la recepció a Espanya de la revolució científica del segle XVII i sobre l'activitat científica a l'Espanya del segle XVI, temes sobre els quals s'han realitzat diverses tesis de doctorat i de llicenciatura i s'ha publicat un important nombre d'articles i diversos llibres.¹⁴ Citaré solament *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*¹⁵ del professor López Piñero, un assaig d'interpretació de conjunt de tot el període i de síntesi dels treballs realitzats sobre el tema fins a mitjan dels anys 70. Historiadors estrangers com el professor Mauskopf n'han destacat la temptativa de delinear la comunitat espanyola del segle XVI de científics, metges i tècnics, així com de proporcionar un perfil prosopogràfic dels seus membres. Així, hom hi ofereix i discuteix, per a cada científic i tècnic, paràmetres institucionals, socioeconòmics, geogràfics i ètnics. Un intent –afegeix Mauskopf– únic dins la historiografia de la ciència de qualsevulla altra nació, relatiu a aquest període.¹⁶

Tota summa, mal que siga la de Sant Tomàs, té sempre al capdavall més de resta que no de suma. Aquest petit discurs no tenia cap pretensió de summa i, sens dubte, són molts els grups i persones individuals que caldria citar en una història de la historiografia de la ciència del darrer quart de segle a l'Estat espanyol (a més dels esmentats i dels deixebles de Millàs Vallicrosa de què ens ha parlat el professor Vernet). Aquesta mateixa reunió n'és una bona mostra.

Els dos darrers lustres el creixement de l'àrea ha estat considerable; jo diria que geomètric, encara que caldrà fer números i treure la corba, tal i com recomanava el Sr. Price. Amb tot, aquest notable augment de persones que dediquen una part molt important de llur temps i energies a la història de la ciència, no s'ha vist correspost encara, al meu parer, per un desenvolupament institucional paral·lel. A algunes facultats de ciències, així com en alguns departaments d'història i filosofia, s'han introduït assignatures optatives. Hi ha seminaris d'història de la ciència i cursos de doctorat en algunes universitats. Com abans deia, de les oposicions celebrades el maig i de les recents "pruebas de idoneidad" sortiran els primers titulars d'història de la

ciència a les facultats de ciències. Tot això són signes positius i esperançadors. Tinc la impressió, però, que a l'Estat espanyol encara val el que deia l'informe de l'Acadèmia Internacional d'Història de les Ciències de 1948: "La convicció que la història de les ciències forma un element indispensable de la instrucció superior està lluny d'ésser general."¹⁷ A més, i com també s'hi assenyalava, perviu de manera molt estesa un malentés bastant greu. Ço és, hom continua ignorant que la història de les ciències és, al seu torn, una ciència que exigeix una dedicació tan gran com la de qualsevulla altra disciplina.

NOTES

* Text literal que fou llegit per V. Navarro al Saló de Cent de Barcelona el 27-IX-1984.

1. Cf. J.M. López Piñero i F. Bujosa, "Principales revistas de Historia de la ciencia, la medicina y la técnica que se publican en la actualidad", *Anthropos*, 20, (1982), 44-48.
2. Cf. E.J. Dijksterhuis, "La place de l'histoire des sciences dans l'instruction supérieure", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 29, (1950), 39-76.
3. D.J. de S. Price, "Who's who in the History of Science: a survey of our profession", *XII^e Congrès International d'Histoire des Sciences (Paris, 1968)*. Actes, T. II, Paris, A. Blanchard, 1970, pp. 79-89.
4. T.S. Kuhn, "Professionalization recollected in tranquility", *Isis*, 75 (1984), 29-32, p. 30.
5. Cf. A. Koyré, "Perspectivas de la historia de las ciencias", en *Estudios de historia del pensamiento científico*, Madrid, Siglo XXI, 1977, pp. 377-387.
6. A. Thackray, "Science: Has Its Present Past a Future?", en *Historical and Philosophical Perspectives of Science (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. V)*, dir. per R.H. Stuewer, Univ. de Minnesota, Minneapolis, 1970, pp. 112-127.
7. Cf. R. MacLeod, "Changing perspectives in the Social History of Science", en *Science, Technology and Society*, dir. per I. Spiegel-Rösing i D. de S. Price, Londres, Sage, pp. 149-197, citació en p. 159.
8. Cf. *Actas del Segundo Congreso Español de Historia de la Medicina*, vol. I, Salamanca, 1965.
9. Cf. *III Congreso Nacional de Historia de la Medicina*. Actas, 3 vols., València, 1969.
10. *Ibid.*, vol., I, p. 1.
11. *Boletín de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, núm. 0, (1977), pp. 5-7.
12. J.M. López Piñero, M. Peset Reig, L. García Ballester, M.L. Terrada Ferrandis i Juan Ramón Zaragoza Rubira, *Bibliografía histórica sobre la ciencia y la técnica en España*, 2 vols., València-Granada, 1973.
13. J.M. López Piñero, T.F. Glick, V. Navarro Brotons i E. Portela Marco (Drs.), *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, 2 vols., Barcelona, Península, 1983.
14. Referències de bona part d'aquests treballs en J.M. López Piñero, V. Navarro Brotons i E. Portela Marco, "Selección bibliográfica de estudios sobre la ciencia en la España de los siglos XVI y XVII", *Anthropos*, 20, (1982), 28-37.
15. Publicat a Barcelona, Labor, 1979.
16. Cf. la ressenya del llibre de López Piñero per Seymour H. Mauskopf, *Technology and Culture*, 23, (1982), 112-115.
17. Cf. E.J. Dijksterhuis, "La place de l'histoire...", pp. 72-73.

GEORGE SARTON I JOSEP M. MILLÀS VALLICROSA: UNA AMISTAT CIENTÍFICA

per

THOMAS F. GLICK

És indiscutible el paper que jugà George Sarton en la fundació de la història de la ciència com a disciplina acadèmica moderna. Altres havien escrit i investigat sobre la qüestió però ell fou el primer d'insistir en la creació tant d'institucions com d'instruments de treball per a proveir-la d'una infraestructura sòlida i, per tant, per a assegurar la continuïtat i la professionalització de la disciplina. Sarton, belga de naixement, s'establí als Estats Units poc després de l'inici de la primera guerra mundial, i portà la seva revista, de nova fundació, titulada *Isis*, a la seva segona pàtria. Durant quasi quatre dècades, mantingué el seu despatx a Harvard, on creà els primers cursos d'història de la ciència; formà els primers doctorats en el tema; redactà la seva revista (incloses les dotzenes de veus de les bibliografies crítiques d'*Isis*); i publicà els cinc grossos volums de la seva obra bibliogràfica monumental, la *Introduction to the History of Science*.¹ Al mateix temps, fundà la History of Science Society i també l'International Committee for the History of Science.

Cap al final dels anys 1920, Sarton es posà en contacte amb els arabistes espanyols, primer amb Miguel Asín Palacios i Julián Ribera (ambdós l'any 1927), i dos anys més tard amb José A. Sánchez Pérez i Josep M. Millàs. No només estigué interessat en la recerca d'aquest grup, sinó que també els cridà a participar en la seva tasca, la d'organitzar la història de la ciència com a disciplina internacional. Tant Ribera com Sánchez Pérez figuraren en la primera etapa de l'organització del Comitè Internacional. En l'Espanya d'aquella època hi havia altres investigadors actius en la història de la ciència, entre altres, Francisco Vera, Armando Cotarelo i tot un grup associat amb la malaurada Asociación Española de Historiadores de la Ciencia.

¿Per què Sarton establí els seus contactes amb Espanya mitjançant uns arabistes? Hi havia, crec, dos motius forts. Primer, el mateix Sarton se sentí

arabista.² Estudià l'àrab informalment però seriosament amb Charles Malik, futur ministre i diplomàtic libanès, aleshores estudiant a Harvard. Al mateix temps, estava recollint material per als capítols medievals de la *Introduction* i establint una llarga xarxa de corresponsals entre els arabistes del món. Totes les grans figures de l'arabisme occidental figuraren entre els seus corresponsals (entre tots els corresponsals potser l'arabista Max Meyerhoff ocupa el primer lloc, en nombre de cartes intercanviades). Ell era internacionalista de temperament i de convicció i volia establir, davant la indiferència dels medievalistes tradicionals, la veritable posició d'importància que ocupà la ciència àrab durant l'Edat mitjana. Segon, Sarton elaborava tota la seva obra sota un concepte que denominava el "Nou Humanisme", amb el qual, d'una banda, cercava la inclusió de les ciències naturals junt amb les humanitats, tradicionalment considerades, dins una nova i més completa visió de la història de les idees; d'altra banda, el seu concepte de les ciències fou marcadament més inclusiu que el concepte dominant, que reflectia la ideologia hiperpositivista de la ciència contemporània. Sarton, en canvi, tenia una visió més clàssica de les ciències, i sempre cercava les connexions entre les ciències i la filosofia, la teologia, i, fins i tot, la literatura i l'art. Aquest concepte era consonant tant amb la visió cultural com amb els programes de recerca dels arabistes espanyols. A més, els lligams de Sarton amb els arabistes portaren un altre avantatge: constituïen una *escola* ja formada i, per tant, un medi ideal per a la promoció d'una nova disciplina, aprofitant la base institucional ja establerta pels arabistes. (Per exemple, *Al-Andalus*, la revista dels arabistes, i la seva revista germana, d'estudis hebreus, *Sefarad*, foren els mitjans principals de la transmissió de la perspectiva sartoniana a Espanya. Millàs, que participà en ambdues revistes, era el director de *Sefarad*.)

Ara comentaré l'evolució de les relacions intel·lectuals entre Sarton i Josep M. Millàs, a base de la correspondència entre els dos savis, que he pogut recollir dels papers de Sarton conservats a la Biblioteca Houghton, de Harvard, i d'uns altres que m'ha proporcionat la Sra. Francesca Vendrell de Millàs, i que formen part de la meua edició del conjunt de la correspondència de Sarton amb els historiadors espanyols. Josep M. Millàs nasqué el 29 de novembre de 1897 a Santa Coloma de Farners. Estudià àrab i hebreu amb Francesc Barjau, a la Universitat de Barcelona, i es doctorà a Madrid el 1920, amb Julián Ribera. El 1924 guanyà el premi "Patxot" amb el seu *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, un estudi magistral del manuscrit 225 del Monestir de Ripoll, un miscel·lani científic llatí del segle X que Millàs pogué identificar com a beneficiari del gran moviment de la ciència àrab. L'*Assaig* donà a Millàs el programa de la majoria de les seves recerques futures, quan ja era un capdavanter de la història de la ciència al món.³

Com una mena d'introducció personal, Millàs envià a Sarton, el de-

sembre de 1929, un exemplar de la seva edició del *Llibre revelador de R. Abraham bar Hiyya* (Barcelona, 1929), amb el desig que l'obra pogués figurar en el segon volum de la *Introduction*. "Faig una mica d'hebreu—comenta el català—i m'ocupo, de preferència, de la història científica dels jueus espanyols."⁴ Segueixen dues cartes de Millàs a Sarton, de març i abril de 1930, donant-li les gràcies per uns treballs d'aquest darrer i, en la segona carta, informant-lo de la seva recerca sobre el quadrant amb cursor, i assenyalant al bibliògraf que es tractava d'una qüestió que passava desapercebuda als grans arabistes Tannery i Steinschneider.⁵ Aquest tipus d'informació serví molt a Sarton en la confecció de la seva *Introduction*.

El juny de 1931, Millàs agrai a Sarton la tramesa de la seva monografia, *La història de la ciència i el nou humanisme*, que li donà l'oportunitat de revelar el seu propi credo d'investigador. En comentar l'aparició del seu *Asaig*, explica que el llibre "ha sido elaborado en aras de un ideal del 'New Humanism' preconizado por V."⁶ L'any 1932, Millàs dirigí sis cartes a Sarton, plenes d'observacions i correccions al recent aparegut volum de la *Introduction*, informant-li que havia estat nomenat catedràtic d'hebreu a Barcelona, i assenyalant que enviava dues coses cercades per l'americà: un gravat de Sant Jordi i un plànol lingüístic dels països d'oc (que serviria a Sarton per a preparar la secció del volum III dedicada a llengua catalana).⁷ La darrera carta de Millàs conservada d'abans de la guerra civil es remunta al novembre de 1934, immediatament després de la revolució d'octubre, esdeveniment que Millàs veia amb una ansietat evident, ja que assenyalava que Asín li havia comentat "los horrores que tuvo que experimentar" a Madrid, i opina que el socialisme havia enverinat "las inteligencias de muchos obreros" i que, per tant, correspondria als catòlics la tasca de reconstrucció, tant espiritual com material.⁸ Durant la guerra, com és ben sabut, Millàs passà un any de professor a la Universitat Hebrea de Jerusalem, i no tornà a escriure a Sarton fins al febrer de 1941. És una carta molt interessant i evocativa de les múltiples dificultats que els acadèmics passaren en els primers anys de la postguerra. Malgrat que acabava de publicar el seu llibre, *La poesia sagrada hebraico-española*, Millàs comenta que "A pesar de las difíciles circunstancias por que atraviesa Europa, procuramos en España seguir laborando en pro de la historia de la cultura, pero sentimos la falta de obras e instrumentos de trabajo." Com a conseqüència, se sentí obligat a demanar que Sarton li enviés, per exemple, l'*Aristoteles Latinus* de George Lacombe, publicat a Roma el 1939.⁹ En diverses ocasions, Sarton hagué d'enviar-li exemplars de llibres prestats per la Biblioteca Universitària de Harvard, que Millàs retornava per correu certificat. En rebre *La poesia sagrada*, Sarton escrivia que "és sorprenent que aquest llibre tant bonic pugui ésser publicat a Espanya, avui." Per les dificultats de comunicació durant la segona guerra, Sarton rebia notícies de llibres nous publicats a Espanya amb demora; sembla que

Millàs fou l'únic punt de contacte de Sarton amb l'Espanya d'aleshores. Sarton anota al tercer volum de la *Introduction* que el professor català li havia enviat un exemplar del *Llibre de les medicines particulars*, d'Ibn Wafid, traduït al català per Lluís Faraudo de Saint-Germain (Barcelona, 1943), i que "les condicions de guerra em feren impossible de conèixer-lo més aviat."¹⁰

La correspondència dels dos professors continuà fins poc abans de la mort de Sarton el 1956, tractant, com sempre, temes orientals. Cal observar que els resums de la literatura catalana del segle XIV continguts en el volum III de la *Introduction* revelen la gran sensibilitat de Sarton per la cultura catalana. El primer apartat és organitzat a base del mateix plànol dels països d'oc que Millàs li havia fornït; col·loca el català dins els països d'oc, en particular en relació amb el provençal.¹¹ El segon apartat, on discuteix la poesia i literatura religiosa de la segona meitat del segle, acaba amb un sorprenent elogi de Catalunya i el seu llenguatge. És força interessant que, malgrat la seva amistat amb Millàs, Sarton prengué una posició política ben diferent, i que, *mutatis mutandi*, malgrat les diferents perspectives socials i polítiques, establissin uns lligams personals i intel·lectuals molt forts. Tots dos compartien el mateix ideal d'internacionalisme científic que també figurava en la conceptualització del "Nou Humanisme". Sarton escriví:

"En els segles XIX i XX els catalans tingueren una renaixença que féu que el món sencer els admirés i els estimés. Aquesta meravellosa renaixença fou cruelment trencada sota els nostres propis ulls pel govern feixista d'Espanya. L'esperit de Catalunya no és mort, no pot ser mort; ha estat soterrat per la brutalitat espanyola, però hi haurà algun dia en el qual reviurà... Un gran nombre d'excel·lents i bons llibres han estat publicats en català els passats cinquanta anys: tot això es ara aturat o, millor, interromput. Visca la gloriosa i generosa Catalunya!"¹²

NOTES

1. 3 volums en 5, Baltimore, Carnegie Institution, 1931-1947. Per a la biografia de Sarton, vegeu Arnold Thackray i Robert K. Merton, "On Discipline Building: The Paradoxes of George Sarton," *Isis*, 63 (1972), 473-495; Thackray i Merton, "George Sarton," *Dictionary of Scientific Biography*, XII, 107-114, i la col·lecció d'articles publicats amb el títol "George Sarton's Correspondence," *Isis*, 75 (1984), 33-62.
2. Vegeu la meua introducció a la correspondència de Sarton amb les arabistes espanyols, *George Sarton i la història de la ciència a Espanya* (en premsa).
3. Per a la biografia de Millàs, vegeu: Francisco Cantera Burgos, "José María Millás Vallicrosa: In Memoriam," *Sefarad*, 30 (1970), 211-221; Alejandro Díaz Macho, "El profesor Millás Vallicrosa, Premio March," *Punta Europa*, 43-44 (1959), 49-75; David Romano i Joan Vernet, *Títulos y trabajos del Profesor D. José María Millás Vallicrosa* (Barcelona, 1950); Romano i Vernet "José Millás Vallicrosa," *Anuario de Estudios Medievales*, 4 (1967), 537-563; Joan Vernet, "J. M. Millàs i Vallicrosa," *Serra d'Or*, 12 (1970), 41; Thomas F. Glick, "José María Millás Vallicrosa (1897-1970) and the Founding of the History of Scien-

- ce in Spain," *Isis*, 68 (1977), 276-283. L'*Assaig* ha estat reeditat, amb pròleg de Joan Vernet, en la col·lecció «Biblioteca Clàssics de la Ciència» (Barcelona, 1983).
4. Millàs a Sarton, 18 de desembre de 1929 [document 15 de la meva edició de la correspondència de Sarton].
 5. Millàs a Sarton, 8 de març i 17 d'abril de 1930 [documents 17 i 18].
 6. Millàs a Sarton, 10 de juny de 1931 [doc. 20].
 7. Docs. 24, 25, 27, 28, 30 i 31.
 8. Millàs a Sarton, 17 de novembre de 1934 [doc. 34].
 9. Millàs a Sarton, 27 de febrer de 1941 [doc. 45].
 10. *Introduction*, III, part I, p. 1221, nota 32a.
 11. *Ibid.*, III, part I, p. 342.
 12. *Ibid.*, III, part II, p. 1306.

APÈNDIX

L'OBRA CIENTÍFICA D'E. TERRADAS

per

ANTONI ROCA

Una de les primeres preocupacions que tinguérem des de l'any 1977, quan l'Institut d'Estudis Catalans es féu càrrec del Fons E. Terradas, per una gestió de la Secció de Física de la Societat Catalana de Ciències, fou disposar d'una llista dels treballs publicats per Terradas. No sabíem, llavors, quina era la magnitud del problema, esdevingut gairebé irresoluble pel que fa la col·laboració de Terradas a l'Enciclopèdia "Espasa", qüestió de què tractem en una altra secció i que comportà una feina específica.

Per a elaborar el present llistat de treballs hem partit de l'única llista de publicacions prou completa, la publicada l'any 1951, per Julio Rey Pastor, en la sessió necrològica dedicada a Terradas de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. La llista de Rey Pastor no solament conté referències bibliogràfiques força precises sinó que, en molts casos, afegeix comentaris al contingut dels treballs, dels quals partírem per a portar a terme estudis sobre la obra de Terradas en el marc de la història de la ciència. Rey Pastor, però, no menciona la manera com ell elaborà la llista. Tanmateix, i és natural, deixà de banda la producció "menor" de Terradas, és a dir, ressenyes, articles a la premsa, etc. Rey Pastor, a més, es refereix a les activitats científiques de Terrades en general i no solament a les publicacions. Així, inclou els cursos i conferències explicats per Terrades en diversos llocs, encara que la referència, donada l'abundància d'aquest tipus d'activitat en Terradas, es incompleta (i *impossible* de completar). Hem provat de fer un llistat de cursos i conferències de Terradas, assenyalant-ne les notícies que en tenim i si n'existeix o no resum o manuscrit.

TREBALLS PUBLICATS PER E. TERRADAS

1904

1. "Propiedades de las raíces de la ciudad", *Revista Trimestral de Matemáticas*, any IV, núm. 16, Saragossa, desembre 1904, pàgs. 193-213.

1905

2. *Algunas propiedades sencillas de la luz absorbida por ciertos cuerpos cristalinos*. Imp. Casa de Caridad, Barcelona 1905, 56 pàgs. (Tesi doctoral de física).

3. *Condiciones para que un hilo homogéneo flexible, inextensible é inelástico, deslice según la curva que forma, esto es, para que todos sus puntos tengan por trayectoria la misma curva que realiza*. Imp. Casa de Caridad, Barcelona 1905, 56 pàgs.

4. "Efecto de la luz circulante polarizada al atravesar una lámina absorbente cristalina, no activa". *Anales de la Sociedad Española de Física y Química (An. Soc. Esp. Fís. Quím.)*, vol. III, 1905, pàgs. 57-60.

5. "Sobre algunas curvas realizadas por cuerdas en movimiento", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. III, 1905, pàgs. 208-213.

6. "Sobre las oscilaciones de una cuerda sujeta por un extremo y sosteniendo por el otro un cierto peso", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. III, 1905, pàgs. 255-258.

7. "Sobre el cálculo de las intensidades en una red de conductores lineales", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. III, 1905, pàgs. 419-427.

1906

8. "Fórmulas para el cálculo de la aberración en la lente cilíndrica de Matthiessen", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. IV, 1906, pàgs. 256-262.

9. "Figuras de equilibrio de un hilo elástico", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. IV, 1906, pàgs. 79-93; 166-179; 232-241; 357-374.

1907

9 bis. "Figuras de equilibrio de un hilo elástico", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. V, 1907, pàgs. 7-12.

10. "Fenómenos de polarización en el cuarzo", *Anuario de la Universidad de Barcelona*, 1906-1907, pàgs. 121-168.

11. "Sobre la determinación del llamado espacio perjudicial en el termómetro de aire modelo Jolly", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. V, pàgs. 212-214.

12. "Sobre algunos fenómenos de polarización en luz convergente observables en láminas de cuarzo dextrógiras, superpuestas, de igual espesor, normales al eje, teniendo intercaladas láminas de mica de $1/4$, $1/2$, $3/8$ ó $1/8 \lambda$ ", *An. Soc. Esp. Fís. Quím.*, vol. V, 1907, pàgs. 242-257. També publicat a la

Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, vol. V, 1907, pàgs. 409-429.

1908

13. "Sobre algunos fenómenos de polarización", *Anales de la Facultad de Ciencias de Zaragoza*, 1907-1908, pàgs. 79-118 (nova versió, amb alguna modificació, del treball "Fenómenos de polarización en el cuarzo", 1907).

1909

14. "Sobre la Mecánica Estadística", dins: Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, *Congreso de Zaragoza* (1908), Tom II, Sección 2ª Ciencias Físico-Químicas, Imp. de E. Arias, Madrid 1909, pàgs. 171-193.

15. "Teorías Modernas acerca de la Emisión de la Luz", dins: Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, *Congreso de Zaragoza*, (1908), Tom III, Sección 2ª Ciencias Físico-Químicas, Imp. de E. Arias, Madrid 1909, pàgs. 291-311.

16. "Demostración sencilla de la propiedad del mínimo de desviación en un prisma, cuando el rayo incidente y el emergente no estan en un mismo plano", *An. Soc. Esp. Fis. Quím.*, vol. VII, pàgs. 167-172.

17. "Demostración elemental de una condición análoga a la de Arnold para la posibilidad de una buena conmutación en las máquinas eléctricas provistas de colector", *An. Soc. Esp. Fis. Quím.*, vol. VII, 1909, pàgs. 241-246.

18. "Sobre la emisión de radiaciones por cuerpos fijos o en movimiento", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera època, vol. VII, 1909, pàgs. 419-462 (discurs de recepció a l'Acadèmia; contestat per J. Domènech i Estapà).

1910

19. *Conferencias acerca de las corrientes alternas explicadas en la Universidad de Barcelona. Primera parte*. Tip. La Académica, Barcelona 1910, 161 pàgs. Extret de l'*Anuario de la Universidad de Barcelona*, 1910. Es tracta de l'edició d'una petita part del curs desenvolupat a la Universitat el curs 1908-1909. La resta del curs, la més extensa si ens refiem del programa que fou editat, no fou publicada.

20. "Sobre la figura de equilibrio de un hilo situado sobre una esfera en movimiento de rotación uniforme", en Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, *Congreso de Valencia*, Tom II, Sección 1ª Ciencias Matemáticas, pàgs. 195-206.

1911

21. "Del moviment pertorbat d'una corda", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, vol. I, pàgs. 71-96.

22. Ressenya de "F. Cardellach: Filosofía de les estructures", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, vol. I, pàgs. 148.
 23. "Nota sobre la determinación de la constante de Avogadro-Lodschmidt", dins: J. Mañas Bonvi: *Química general inorgánica y orgánica*, Lib. de A. Bosch, Barcelona 1911, pàgs. 591-628.
 24. "Sobre algunos trabajos recientes acerca de integrales singulares", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera època, vol. VIII, pàgs. 535-540.
 25. "Sobre la figura geométrica realizada por un hilo en movimiento estacionario plano", *Revista de la Sociedad Matemática Española*, any 1, núm. 1 (maig 1911) pàgs. 3-9; conclou al núm. 2 (juny 1911), pp. 53-57.
 26. "Estudios sobre los hilos. Tomo I. Equilibrio y movimiento de los hilos inelásticos." *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera època, vol. IX, 1911, pàgs. 1-224 (fou l'únic volum publicat i correspon a la primera part del treball pel qual li fou concedit el 1907 el premi "Agell". El manuscrit "complet" es troba repartit entre l'Acadèmia i el Fons Terradas de l'IEC).
 27. "Discurso pronunciado por el presidente de la Sociedad, Dr. E. Terradas, en la primera Asamblea general celebrada en 8 de diciembre de 1910", *Boletín de la Sociedad Astronómica de Barcelona*, any II, núm. 6, gener de 1911, pàgs. 111-115.
 28. "Sobre el movimiento estacionario de hilo flexible e inextensible", dins Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, *Congreso de Granada* (1911), Tom II, Sección 1ª Ciencias Matemáticas, pàgs. 33-37.
- 1912
29. "Sur le mouvement d'un fil", dins *International Congress of Mathematicians*, Cambridge, agost de 1912. L'extret té 6 pàgs.
 30. "Sobre l'electròmetre de quadrants", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, 1912, pàgs. 32-40.
 31. "Sobre'l principi de relativitat" (Ressenya), *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, pàgs. 84-94 (reproduït a *(ciència)*, any 3, núm. 30, setembre 1983, pàgs. 510-513).
 32. "La 'Versammlung Deutscher Naturforscher und Aertze' de 1911", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, pàgs. 112-120.
 33. Ressenya d'"Euler: *Obres Completes*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, 1912, pàgs. 122-123 (la ressenya no és signada però pot suposar-se que l'autor en fou Terradas).
 34. Ressenya de "Plemelj: *Potential Theoretische Untersuchungen*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, 1912, pàgs. 123-124 (sense signatura però hom pot atribuir-la a Terradas).
 35. Ressenya de "A.E.H. Love: *Some problems of Geodynamics*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, 1912, pàg. 124 (és signada "E.T.").

36. Ressenya de "Bush y Jensen: *Tatsachen und Theorien der Atmosphärischen Polarisation*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, 1912, pàg. 125 (no té signatura però hom pot atribuir-se a Terradas).
37. Ressenya de "Kneser: *Integralgleichungen*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, 1912, pàgs. 125-126 (és signada per "E.T.").
38. Ressenyes de diversos articles, la major part d'ells de mecànica, de les revistes següents: *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, 1911; *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, 1911; *Mathematische Annalen*, 1911, vol. 71; *Philosophical Transactions*, Cambridge; *Archiv für Mathematik und Physik*, 1911, vol. 18, *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. II, 1912, pàgs. 127-133 (els articles comentats, molt en la línia dels interessos de Terradas, és a dir, la mecànica celest i l'elasticitat, fan que aquestes ressenyes puguin atribuir-se-li; afegim-hi una referència de peu de pàgina a la veu "Celeste" de l'Enciclopèdia "Espasa" a la pàgina 131. Hi ha una altra ressenya d'un article de geologia de S. Piña de Rubies, pàgs. 133-134, que podria deure's a Terradas; cap d'aquests textos és signat).
39. "Sobre el electrómetro de cuadrantes". *An. Soc. Esp. Fis. Quím.*, vol. X, primera part, 1912, pàgs. 65-74; també a la *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. X, 1912, pàgs. 246-257 (versió castellana de l'article dels *Arxius*).
40. "Memorias de Física Teórica en el Congreso de los naturalistas y médicos alemanes" *An. Soc. Esp. Fis. Quím.*, vol. X, segunda parte, 1912, pàgs. 100-108 ("nova" versió de la ressenya publicada als *Arxius*).

1913

41. "Sur le mouvement d'un fil", *Annaes da Academia Polytechnica do Porto*, vol. VIII, 1913, 14 pàgs. (al Fons Terradas hi ha extrets d'aquest treball, que l'autor diu que fou "resumit parcialment" al Congrés Internacional de Matemàtics de 1912).
42. Traducció al castellà de L. Graetz: *La Electricidad y sus aplicaciones*. Gustavo Gili, editor, Barcelona 1913, 582 pàgs. Hi hagué una segona edició el 1921. (J. Palacios digué el 1951 que col·laborà en la traducció).
43. "Discurso de contestación" a Paulino Castells: "Las representaciones mecánicas de los fenómenos eléctricos", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera època, vol. X, núm. 19, 1913, pàgs. 369-373.
44. "Sobre'l moviment estacionari d'una corda", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any I, núm. III, 1913, pàgs. 17-44.
45. "Congrés de matemàtics a Cambridge", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any II, núm. I, 1913, pàgs. 136-140.
46. Ressenya de "Patxot i Jubert: *Pluviometria catalana*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any II, núm. I, 1913, pàg. 146.

47. Ressenya d'“Euler: *Mechanica sive motus scientia analytice exposita*”, *Arxius de l'Institut de Ciències*, any II, núm. I, 1913, pàgs. 146-147 (sense signar però atribuïble a Terradas).

48. Ressenya de “John Perry: *Mecanique appliquée*”, *Arxius de l'Institut de Ciències*, any II, núm. I, pàgs. 147-148 (sense signar, però atribuïble a Terradas).

49. Ressenya de les actes (?) del congrés de la “British Association for the Advancement of Science, Dundee, 1912”, *Arxius de l'Institut de Ciències*, any II, núm. I, 1913, pàgs. 148-149 (signada “E.T.”).

50. Ressenya del volum de “*Physikalische Zeitschrift*, 1912”, comentant treballs d'O. Karman, Abraham, Hilbert, Nernst, Smoluchowsky, Born i v. Karman, *Arxius de l'Institut de Ciències*, any II, núm. I, 1913, pàgs. 151-154 (hi ha altres notes atribuïbles a Terradas; ara es fa evident, però, la “gosadia” de fer-ho ja que a partir d'aquest número hi ha ressenyes d'articles de física i matemàtiques signades per P. Peñalver i F. Rubio).

1914

51. “Estat actual del problema anomenat d'“estabilitat”, *Arxius de l'Institut de Ciències*, any II, núm. II, 1914, pàgs. 77-121.

52a. “Sobre telegrafía sin hilos. Introducción”, *Ibérica*, any I, vol. I, núm. 13, 17 de gener 1914, pàgs. 42-45 (porta data del 24 de desembre 1913).

52b. “Sobre telegrafía sin hilos”, *Ibérica*, any I, vol. I, núm. 23, 6 de juny 1914, pàgs. 364-366 (porta data del 29 d'abril 1914).

1915

52c. “Sobre telegrafía sin hilos”, *Ibérica*, any II, t. I, vol. III, núm. 57, 30 de gener 1915, pàgs. 75-78 (porta data del gener 1915).

52d. “Sobre telegrafía sin hilos”, *Ibérica*, any II, t. I, vol. III, núm. 63, 13 de març 1915, pàgs. 172-176 (porta data del febrer 1915).

52e. “Sobre telegrafía sin hilos”, any II, t. II, vol. IV, núm. 102, 11 de desembre 1915, pàgs. 377-380 (porta data de novembre 1915).

53. “Introducción a la física del radio”, *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona*, vol. I, 1915, pàgs. 129-136.

54. “Aplicaciones de la telegrafía sin hilos a la aeronáutica y el arte de la guerra”, *Ibérica*, any II, t. I, vol. III, núm. 66, 3 d'abril 1915, pàgs. 221-224 (porta data del març 1915).

55. Ressenya de “*Electrodinámica industrial*, tomo I, Teoría general de los campos de fuerzas electromagnéticos, de José A. Pérez del Pulgar S.J.”, *Ibérica*, any II, t. II, vol. IV, núm. 98, 13 de novembre 1915, pàg. 311.

56. “Sobre la distribución en los motores de automóvil y aeroplano”, *La Academia Calasancia*, any XXI, núm. 631-632, 30 de desembre 1915, pàgs. 673-678.

1916

57. *Els elements discrets de la matèria i de la radiació*, conferències redactades per Isidre Pòlit, Institut de Ciències, Barcelona, s.a., 69 pàgs. Col·lecció de Cursos de Física i Matemàtica, I (aquest llibre representa la publicació de les conferències de Terradas a la "primera estació" dels Cursos Monogràfics d'Alts Estudis i d'Intercanvi, que tingueren lloc els dies 31 de maig i 1 i 2 de juny de 1915 amb el títol d'"Anàlisi de la noció de discontinuïtat en les teories de la matèria i de la radiació". La publicació no porta data. Terradas la menciona a articles posteriors com de 1911 o 1912. A la veu "Materia" (1916?) de l'Enciclopèdia Espasa, posa 1915. El llibre fou ressenyat (de fet, hom reproduí la taula de matèries) a la *Revista de la Societat Matemàtica Espanyola*, el fascicle corresponent a abril i maig del 1916, i a *Ibérica*, al número del 22 de juliol de 1916. Aquest any és, doncs, el més probable. En relació al redactor de les conferències, sempre mencionat com "J." Pòlit, no tenim "cap" dubte que es tracta d'Isidre Pòlit, el físic i professor de la facultat de ciències de Barcelona...).

58. "La telefonía sin hilos", *Ibérica*, any III, t. II, vol. VI, núm. 134, 22 de juliol 1916, pàgs. 57-59.

59. "Discurso de contestación" a Francisco Pardillo: "Relaciones de los cristales con los seres vivos", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera època, vol. XII, núm. 285, 1916, pàgs. 431-433.

60. Redacció de: Julio Rey Pastor, *Teoría de la representación conforme*, Institut de Ciències, Barcelona, s.a., 115 pàgs., Col·lecció de Cursos de Física i Matemàtica, 2.

61. *El radi*. Minerva, col·lecció popular dels coneixements indispensables, 5. Consell de Pedagogia de la Diputació de Barcelona, Barcelona, s.a., 30 pàgs. (és la versió catalana de l'article de títol similar de 1915 a l'Acadèmia de Medicina. Aparegué molt probablement el 1916).

62. Ressenya de "Bragg W.H. i W.L.: *X Rays and Crystalstructure*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any IV, núm. I, pàgs. 41-45 (la ressenya no és signada però menciona treballs de Terradas, sense dir-ne explícitament l'autor, com solia fer-ho; atribuïble a Terradas).

63. Ressenya de "L. Silberstein: *The Theory of Relativity*", *Arxius de l'Institut de Ciències*, any IV, núm. I, pàgs. 45-48 (és signada "T.).

1917

64. Escola Industrial de Barcelona. Institut d'Electricitat Aplicada. *Escola de Directores d'Indústries Elèctriques*. Imp. Casa de Caritat, Barcelona [1917], 8 pàgs. (no hi ha menció d'autor però la intervenció de Terradas en la redacció d'aquest fullet fou molt gran com es pot veure al Llibre IV de l'*Obra Completa* d'A. Galí, 1981).

65. "Influencias de líneas de fuerza, telegráficas y telefónicas, en las corrientes de baja tensión", *Centro Telegráfico Español*, boletín-circular, any VI, núm. 13, Madrid, febrer de 1917, pàgs. 32-41.
66. "Los problemas de la Mecánica. Historia y estado actual de algunos de los problemas pendientes de resolución", en Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, *Congreso de Sevilla* (1917), Tom I, discurs inaugural de la Secció 1^a, ciències Matemàtiques, pàgs. 149-181.
67. "Memòria que l'enginyer director de la Secció Tècnica de Telèfons presenta al Consell de la Mancomunitat amb motiu de l'Assemblea que ha de celebrar-se en el mes de novembre de l'any corrent 1917", en Mancomunitat de Catalunya: *Report del Consell Permanent a l'Assemblea*. Barcelona, novembre de 1917, pàgs. 215-323 (aquest és un dels principals textos "administratius" que Terradas elaborà donant compte del seu treball al front de la Secció Tècnica de Telèfons).

1918

68. "Ferrocarrils secundaris", estudi tècnic inclòs en els *Projectes d'acord presentats a la novena reunió ordinària de l'Assemblea i acords que hi recaigueren*, Barcelona, maig de 1918, pàgs. 83-111 (no és signat però hom pot atribuir-lo a Terradas consultant el *Resum dels acors del Consell Permanent dels mesos de febrer, març i abril de 1918*, Barcelona, maig de 1918, pàg. 117).
69. "Los problemas de la Mecánica. Historia y estado actual de algunos de los problemas pendientes de resolución", *Annaes da Academia Polytechnica do Porto*, vol. XII, 1918. Hi ha un extret de 32 pàgs. al Fons Terradas de l'IEC (reedició del seu discurs de 1917 al Congrés de Sevilla amb algunes modificacions).
70. "Le problème de la figure d'équilibre d'une masse fluide homogène en rotation", *Scientia*, vol. XXIV, 1918, núms. LXXV i LXXVI. Extret de 15 pàgs. al Fons Terradas de l'IEC.
71. "El equilibrio dinámico de los ejes", *Ibérica*, vol. IX, núm. 224, 20 d'abril de 1918, pàgs. 253-255.
72. Ressençió de "*Electrodinámica Industrial*. Tomo III. Medidas eléctricas, del P. José A. Pérez del Pulgar", *Ibérica*, vol. X, núm. 251, 9 de setembre de 1918, pàgs. 287-288.
73. "A la vessant Nord dels Pirineus...", dins: *Almanac de "La Revista"* 1919, Barcelona 1918. (1 pàgina sense numeració).

1919

74. "Conferència donada per l'enginyer E. Terradas al saló consistorial de l'Ajuntament de Tarragona el dia 2 d'agost de 1919", en: *El ferrocarril de Pons a Tarragona per Cervera, Santa Coloma i Valls*, Tarragona 1919, pàgs. 13-34.

75. *Conferència donada a la Casa de la Vila de Cardona el 21 de setembre de 1919 per l'enginyer E. Terradas*, Manresa 1919, 15 pàgs.

76. "Conferència de don E. Terradas, enginyer de la Mancomunitat de Catalunya, en el Saló de Sessions de la Casa de la Ciutat de Tàrraga, el 19 de juny de 1919", en *El ferrocarril de Balaguer a Igualada per Tàrraga*, número extraordinari del *Butlletí* editat per la Càmera de Comerç de Tàrraga, Tàrraga 1919, pàgs. 7-16.

1920

77. "Función del Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas en el desenvolvimiento industrial y técnico de nuestra país", en Escuela Industrial de Barcelona: *Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas*. Barcelona setembre de 1920, pàgs. 3-5 (la resta del fullet, que té 87 pàgines, és descriptiu; la nota atribuïda a Terradas no porta signatura).

1921

78. "El tren sortia a les 4 del matí...", *Revista del Centre de Lectura*, any 2, núm. 23, Reus, 1 de gener de 1921, pàgs. 3-5 (Porta data d'octubre de 1920).

79. *Primera lliçó del programa de Química Física aplicada, precedida de un exordi en forma de Diàleg i una endreça, i seguida de un final en lloança dels estudis de Filosofia*, conferència inaugural del curs 1921-1922. Institut de Química Aplicada, Barcelona 1921, 39 pàgs.

80. "Discurso de contestación" a Bernardo Lassaleta y Perrin: "Influencia de la saturación del hierro en el trazado de los diagramas de los motores asincrónicos", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera época, vol. XVI, núm. 9, 1921, pàgs. 373-377.

1922

81. "De ferrocarriles", *Técnica*, any 45, núm. 47, novembre 1922, pàgs. 221-224.

82. Edició i redacció dels volums III, IV i V de la Col·lecció de Cursos de Física i Matemàtica de l'Institut de Ciències: Jacques Hadamard, *Poincaré i la teoria de les equacions diferencials* (amb B. Bassegoda Musté); Julio Palacios, *Propietats dels gasos ultraenrarits*; Tullio Levi-Civita, *Qüestions de Mecànica Clàssica i Relativista* (L'últim capítol del llibre de Levi-Civita fou traduït per Enric de Rafael).

83. "Lección novena", dins: J.M. Plans i Freyre: *Lecciones de Termodinámica*, Calpe, Madrid-Barcelona 1922 (Biblioteca de Química, 2), pàgs. 126-163 (És l'edició en castellà del núm. 79).

1924

84. "Discurso de contestación" a Antonio Torroja y Miret: "Representación gráfica de espacios superiores", *Memorias de la Real Academia de*

Ciencias y Artes de Barcelona, Tercera época, vol. XVIII, núm. 11, 1924, pàgs. 279-281.

1925

85. "De instrucción", *Revista Telefónica*, [any I, núm. 1], gener 1925, pàgs. 11-12.

1926

86. "De la estabilidad geométrica en estructuras elásticas", dins: Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos: *Conferencias de alta cultura científica en relación con la técnica del ingeniero, dadas sucesivamente por los señores Peña Boeuf, Plans, Sánchez Cuervo, Alvarez Ude, Terradas y Carrasco. Curso 1925-26*. Madrid [1926], pàgs. 119-374.

1928

87. "Variaciones del equilibrio en estructuras elásticas", dins: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: *Sesión pública celebrada el 23 de noviembre de 1927 en honor de Ángel Gallardo*, Madrid 1928, pàgs. 19-89.

88. "Política hispano americana: interpelación", dins: Asamblea Nacional, *Diario de Sesiones*, núm. 18, 28 de març de 1928, pàgs. 677-681 (Terradas devia intervenir en la redacció del projecte de reforma universitària, aparegut al núm. 3 del mateix *Diario*, i hi ha la seva participació en la discussió a l'Assemblea a les pàgs. 520-522).

1929

89. "De los canales en túnel y a presión", dins: *Conferencia Mundial de la Energía*. Sesión especial de Barcelona 1929. España. Sección B. Al Fons Terradas de l'IEC hi ha un extret de 13 pàgs.

90. Ressenya de "*Electrodinámica industrial*. Teoría de los campos electromagnéticos. 2ª edición, 319 págs., Madrid 1928, de Pérez del Pulgar, SJ, J.A.", *Ibérica*, vol. , núm. 770, 23 de març de 1929, pàg. 190.

1930

91. "Los desarrollos en serie en fracciones continuas y asintóticos que constituyen las reglas del Cálculo introducido por Heaviside. Condiciones de suficiencia para su adecuada aplicación", dins: *Ciclo de conferencias organizadas y editadas por la Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación*, Madrid 1930, pàgs. 277-315.

92. "Sobre el método de cálculo de Heaviside", *Revista Matemática Hispano-Americana*, 2ª serie, tomo V, 1930, pàgs. 193-226 (reproducció del treball anterior).

93. "Unas notas sobre depreciación" (amb Carlos Pelaez), *Anales de la Aso-*

ciación de Ingenieros del Instituto Católico de Artes e Industrias, vol. IX, 1930, pàgs. 19-26 i 73-79.

94. *Integrales de Fourier-Stieltjes (Examen de estudios recientes)*. Discurso leído en la solemne inauguración del curso académico 1930-31. Universidad Central, Madrid 1930, 44 pàgs.

1932

95. "Construcción de curvas definidas por una ecuación diferencial de primer orden en la inmediación de un punto en que el coeficiente diferencial tiene la forma 0/0. Curso breve del prof. Henri Dulac, de la Universidad de Lyon, dado en la Universidad de Madrid del 6 al 13 de abril de 1932, bajo los auspicios de la Facultad de Ciencias y de la Junta para Ampliación de Estudios (Laboratorio Matemático)", *Revista Matemática Hispano-Americana*, 2ª serie, vol. VII, 1932, pàgs. 139-144; també als *Anales de la Universidad de Madrid (Ciencias)*, 1932, pàgs. 118-125.

1933

96. *Programa de un curso sobre ecuaciones diferenciales*. Discurso leído en el acto de su recepción... el día 15-II-1933. Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid 1933, pàgs. 3-150. Conté un discurs de contestació per Julio Rey Pastor i una llista de publicacions i cursos i conferències de Terradas.

1934

97. "Josep Maria Plans", *La Veu de Catalunya*, dijous 22 de març de 1934, pàg. 9 [És signal "T." i la redacció de *La Veu* presenta l'autor com "un íntim amic" de Plans.]

1935

98. Edició de F. Severi: *Sobre funciones de dues variables complexes*, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona 1935, vol. VI de la Col·lecció de Cursos de Física i Matemàtica.

1938

99. "Hélices de avión". Conferencia de extensión universitaria pronunciada en la Universidad Nacional de La Plata el 24 de junio de 1937. *Publicaciones de la Universidad: Extensión Universitaria*, vol. XXI, núm. 7, 1938, 40 pàgs.

100. "Mareas en las Costas Argentinas", Conferencia leída por el autor en las transmisiones radiofónicas de la Universidad el 10 de septiembre de 1938. *Revista del Centro de Estudiantes en Ingeniería*, La Plata, any XV, 1938, núm. 62, pàgs. 347-360.

101. *Reconstrucción del F.C. Trasandino Argentino. Túnel en el Paramillo de las Vacas*. Informe del Dr. Ingeniero Esteban Terradas. II + 86 pàgs. mecanografiades (no consta l'any i podria ésser, de fet, del període 1937 al 1941. Es tracta de l'únic informe *signat* per Terradas localitzat al Fons Terradas. El projecte d'aeroport de Buenos Aires, degut a Terradas en una part important, per les notícies que disposem, no porta signatura. El mateix passa amb altres textos tecnològics).

1941

102. "Prólogo" a Luis S. Sors: *Elementos de aviación*. Espasa-Calpe, Buenos Aires-México 1941, pàgs. 13-14. És signat: "La Plata, 10 de Marzo de 1941".

103. "Corrientes Marinas". Conferencia leída por el autor en las transmisiones radiotelefónicas de la Universidad el 8 de septiembre de 1939. *Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería de La Plata*, any XVII, 1941, núm. 73, pàgs. 180-184.

104. "El problema de la longitud de las pistas en la construcción de aeropuertos", *La Ingeniería*, vol. 45, 1941, pàgs. 538-541.

1942

105. "Prólogo" a J. Fayet: *La invención, el inventor*. Ediciones Morata, Madrid, pàgs. 11-13.

106. "La ingeniería y la Universidad en la Argentina". *Arriba*, Madrid, 23 de maig de 1942, pàg. 3; 29 de maig de 1942, pàg. 3; 5 de juny de 1942, pàg. 3.

1943

107. *Del arrastre por corrimiento relativo de estratos fluidos*. Discurso del académico E. Terradas leído en la solemne sesión inaugural del curso 1942-43, el 17 de marzo de 1943. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid 1943, 142 pàgs.

108. "Prólogo" a Felipe Lafita Babio: *Los teoremas fundamentales de la resistencia de materiales y sus aplicaciones*. Madrid 1943, pàgs. 5-13.

109. *Lecciones de Hidrodinámica*. Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos, Madrid 1943, 27 pàgs.

110. "Prólogo" a Leonardo Villena: *Fotoelasticidad*. Anales del Instituto Técnico de la Construcción y Edificación, Madrid 1943, pàgs. 5-8.

111. *Lecciones de Física de Materiales Sólidos*. Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos, Madrid 1943, 114 pàgs. "Lección decimotercera", Madrid 1945, pàgs. 115-129.

1945

112. "Julio Rey Pastor, Hombre e Investigador", en *Homenaje a J. Rey*

Pastor, vol. I, Publicaciones del Instituto de Matemática, vol. V, Rosario 1945, pàgs. XVII-XXXV.

113. "Prólogo" a J. Palacios: *Electricidad y Magnetismo*. Instituto Nacional de Técnicas Aeronáuticas, Madrid 1945. Pàgs. 11 i 12 de la reedició de 1959 d'Espasa-Calpe.

114. "Prólogo" a T. von Kármán, M.A. Biot: *Métodos matemáticos en ingeniería*. Instituto Nacional de Técnicas Aeronáuticas, Madrid 1945, pàg. VII. Reimpressió de 1960.

1946

115. *Neologismos, arcaísmos y sinónimos en plática de ingenieros*. Real Academia de la Lengua, Madrid 1946, pàgs. 4-277. És el seu discurs d'entrada. El discurs de contestació, a càrrec de G. Marañón, ocupa les pàgs. 279-292.

1947

116. *Guía de Traductores*. Instituto Nacional de Técnicas Aeronáuticas, Madrid 1947, 32 pàgs. L'autor no hi consta però es deu, al menys en part, a Terradas.

1948

117. "Discurso de E. Terradas presentando al Ingeniero M.J.O. Strutt en la conferencia pronunciada por éste, el día 26 de noviembre de 1947, en el CSIC", dins: M.J.O. Strutt: *La intensidad de la señal transmitida en relación con el ruido que la acompaña durante la recepción de frecuencias muy elevadas*. Patronato "Juan de la Cierva", CSIC, Madrid 1948, pàgs. 7-10.

118. *Breve y elemental reseña de las bases científicas y aplicaciones técnicas de la Electrónica*. Patronato "Juan de la Cierva", CSIC, Madrid 1948, 99 pàgs.

1949

119. "Discurso de presentación del prof. Dr. Luis Broglio", en Luis Broglio: *Conferencias sobre cálculo de estructuras*, Instituto Nacional de Técnicas Aeronáuticas, Madrid 1949, pàgs. XI-XIII.

120. "Acerca de la amplitud y extensión de la ola de marea en Bahía Grande (Argentina)" *Revista de Geofísica*, any VIII, núm. 29, gener-març 1949, pàgs. 34-41.

121. *Las ciencias y las armas*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid 1949, 32 pàgs.

122. "Prólogo de la traducción española" de J. von Neumann: *Fundamentos de Mecánica Cuántica*. Instituto de Matemáticas "Jorge Juan", CSIC, Madrid 1949, pàgs. V i VI.

1950

123. "Prólogo" a A. Colino: *Teoría de los servomecanismos*. Instituto Nacional de Electrónica, Patronato "Juan de la Cierva", CSIC, Madrid 1950, pàgs. 7-14 (deu ésser una publicació pòstuma: la data de les conferències de Colino fou l'abril de 1950; Terradas morí el mes de maig; hom pot suposar que la publicació s'endarrerí una mica...)

1952

124. *Relatividad* (amb R. Ortiz Fornaguera). Espasa-Calpe Argentina, Buenos Aires 1952, 235 pàgs.

125. "El curso del Ing. Esteban Terradas en la Universidad de Buenos Aires (1927)". *Anales de la Institución Cultural Española*, tomo tercero, 1926-1930, primera parte, Buenos Aires 1952, pàgs. 425-452.

TERRADAS, REDACTOR DE L'"ESPASA"

L'**Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana**, coneguda correntment com "Enciclopèdia Espasa", és a dir, pel nom del seu primer editor, començà a publicar-se a Barcelona cap a l'any 1908, encara que algun dels articles que apareixen als primers volums semblen escrits dels anys anteriors. És sabut que E. Terradas fou redactor de l'"Espasa" des dels primers temps. Hom sol atribuir-li un nombre molt gran d'articles, referents a matèries que li eren afins, com ara les matemàtiques, la física, la mecànica aplicada i la tecnologia, etc. Si hom ha consultat alguna vegada veus de l'enciclopèdia, és fàcil adonar-se que fou escrita no solament amb criteris "enciclopèdics" (reunir "tot" el saber de la seva època) sinó també amb criteris periodístics, d'actualitat. Llegint treballs d'E. Terradas ens adonarem que hi eren exposats conceptes i informacions científiques que no poden ser avaluades com a caduques o noves sense saber llur data d'aparició, atés el dinamisme tan característic de les matèries que tractà Terradas a l'enciclopèdia en el període en que hi col·laborà.

El problema, però, no és tan senzill com sembla ja que els volums de l'"Espasa" aparegueren, durant un bon nombre d'anys, sense indicació de la data d'impressió. Fa alguns anys visitarem la redacció actual de l'"Espasa", a Barcelona, on el seu cap de redacció, el senyor Corredor Mateos, ens féu veure que el problema era més greu que no pensàvem, car l'empresa editora sofrí en la dècada dels anys vint un incendi en el qual desaparegueren els arxius de redacció. Per a saber la data d'aparició aproximada de cada volum, ens comunicàren, cal recórrer els articles que hi són publicats, referents a països (dels que hom fa història) o persones (de les quals apareixen obres publicades o dades biogràfiques) i detectar expressions com ara "en la actualitat..."

Hem portat a terme aquestat tasca en els volums en els quals apareixia una veu atribuïda a Terradas. Hem de dir que rera les expressions que fan referència a l'any en què s'escriu l'article pot haver-hi alguna variació deguda, presumiblement, al fet que no tots eren redactats simultàniament. Així, en el volum 1, que sense pensar hàviem considerat com el primer d'aparèixer, hom pot veure que l'"actualitat" és 1907 ("Abisinia") però també 1909 ("Aberración", article atribuïble a E. Terradas). Tot plegat comporta una imprecisió en la determinació de l'any de publicació, la qual podria avaluar-se, aproximadament, com més-menys un any, segons el treball que hem portat a terme. Hem recorregut, a més de la metodologia esmentada, a la revisió (en "diagonal", no sistemàtica!) de les bibliografies mencionades, molt abundants i actuals, en general, en les veus atribuïdes a Terradas. A més, hem pogut consultar el *Llibre de registre* de la biblioteca de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (gràcies a una indicació de la seva bibliotecària, Rosa M. Vives) on consta l'arribada d'un bon nombre de volums de l'enciclopèdia, encara que manca registre en el període 1908-1914 i 1914-1918 (hi ha registrat l'any 1914). Tot plegat ens ha proporcionat unes dades no completes però que creiem suficients pel que fa la qüestió de *datar* els volums de l'"Espasa".

Tot un altre problema és saber *quins* articles escrigué E. Terradas a l'"Espasa". Diguem, en primer lloc, que hom pot documentar que ell era redactor de l'enciclopèdia des del 1908, com a mínim, ja que així ho féu constar en una instància dirigida a la Junta para Ampliación de Estudios presentada aquell any, de la qual hem vist la còpia dipositada a l'Arxiu de la Facultat de Ciències, que es troba sota la custòdia de la facultat de Matemàtiques. L'any 1923(?) o, millor dit, al volum 21, "España", Terradas seguia essent redactor de l'enciclopèdia, segons consta als primers crèdits editorials que foren publicats.

Essent, segons es pot veure al mencionat volum 21, l'*únic* dels *redactors* amb preparació científica per a fer-se càrrec de les entrades de física, matemàtiques i moltes de les de tecnologia, hom el pot "vincular" a *tots* aquests articles. Ara bé: l'Enciclopèdia tenia, com és natural, l'objectiu de recollir en les seves pàgines "tot" el saber de, hauríem de dir, les seves èpoques, en plural; i una persona com E. Terradas, sensible a les transformacions del saber (sobretot de la física) de la seva època, intentà de reflectir els canvis en les pàgines de l'enciclopèdia. D'aquesta manera, a partir de la datació establerta, hom pot adonar-se que algunes veus rectifiquen, actualitzen, modifiquen, altres veus anteriors. Fins i tot, hom pot endevinar la pressa per a incloure una novetat en un text que, és clar, no la tenia present: posem com exemple la veu "Cristal·lografia", apareguda l'any 1912, on es menciona en un paràgraf l'experiència de difracció dels raigs X en una xarxa cristal·lina portada a terme per Max von Laue el mateix any...

Atès el caràcter de l'obra, hem de considerar que les veus de l'*Enciclopèdia* eren fruit d'una tasca *col·lectiva*; segurament per aquesta raó, no foren mencionats els autors dels articles en cap dels primers 80 volums! Tanmateix, diverses fonts han atribuït a Terradas en exclusiva la redacció d'un bon nombre d'articles. Ell mateix, en algunes ocasions, manifestà explícitament haver redactat alguns d'aquests articles.

Una de les principals feines que hem dut a terme ha estat recollir el màxim de notícies en relació a la qüestió. Confrontant els llistats donats per diferents autors hom pot comprovar, d'una banda, que alguns dels llistats són dependents uns dels altres: molts parteixen de la llista que publicà Julio Rey Pastor el 1951, segons una documentació que ens és desconeguda, però força verosímil, donada l'amistat que unia Rey Pastor i Terradas. La dependència es veu en els errors (pocs) i en les simplificacions de la llista de Rey Pastor. Aquesta tasca de confrontació ens donà la base principal de treball per a confeccionar un altre llistat. Hi afegim, tanmateix, aquelles veus que Terradas reconegué com a seves en diversos llocs, fruit d'una revisió prou àmplia de tota la seva bibliografia.

E. Terradas tenia a casa seva una sèrie de volums confeccionats amb l'enquadernació de separates de diversos articles de l'"Espasa", volums que porten un lloc on s'hi pot llegir "Terradas" i una matèria (matemàtiques, tècnica, mecànica, etc.). La major part d'aquests volums són actualment al Fons Terradas de l'Institut d'Estudis Catalans, encara que d'altres són en mans dels seus hereus. La revisió d'aquests volums ens ha subministrat nova informació sobre veus de l'Enciclopèdia que, de fet, el mateix Terradas ens diu que ell redactà...

Al Fons Terradas de l'Institut es troben, a més, un nombre força important de separates sense enquadrar, moltes d'elles amb un paper que posa "Dr. Terradas" o indicacions similars, amb menció, molts cops, de la veu corresponent. Aquesta indicació no és tan clara com l'anterior, ja que només indica una "vinculació" de Terradas amb l'article i no forçosament que n'és l'autor. Hi ha, però, moltes coincidències entre articles d'aquest grup i els que més probablement escriví. El mateix passa amb les proves d'impremta que hem localitzat al Fons de l'Institut. Ens indiquen "vinculació" encara que no forçosament "paternitat"...

Hi ha un tercer grup de veus recollides en el nostre llistat que procedeixen d'una metodologia molt més *subjectiva*, difícil de compartir i, és clar, subjecta a errors. Es tracta de una pressumpta "identificació" de l'autor del llistat amb l'estil literari, la forma d'exposició, les preferències temàtiques, el tipus de tractament, les mencions bibliogràfiques d'E. Terradas. Aquesta suposada "identificació" ha servit, en alguns casos, per a intensificar la recerca i demostrar que, efectivament, un suposat article de Terradas ho era o almenys li era atribuït. Atès el caràcter de la metodologia "subjectiva" hem

guardat en el nostre esborrany la major part de les veus de l'Espasa atribuïdes a Terradas únicament per aquest camí, encara que hem fet algunes excepcions, les quals són assenyalades en les notes.

El llistat que presentem a continuació és el fruit d'un treball portat a terme els darrers anys, segons els criteris que hem exposat fins aquí. Hom pot concloure que no reflecteix exactament la producció escrita de Terradas sinó també la seva tasca de redactor, el qual té la responsabilitat de fer la tria de les entrades, n'encarrega la redacció i, finalment, revisa i completa els originals.

Volem fer menció, encara que sigui una reiteració, de la importància científica de la col·laboració de Terradas a l'"Espasa". Malgrat que alguns puguin considerar que escriure en una enciclopèdia té poca alçada intel·lectual (d'alguna manera, aquest fou un dels criteris que hom endevina en els membres del tribunal d'oposició que considerà Terradas no apte el 1932), no ens podem deixar emportar per idees nascudes en un ambient cultural i científic raquític com ara el nostre. L'oportunitat que Terradas aprofità estava d'acord amb els seus pressupòsits pedagògics: Terradas canvià el "llibre de text" de professor, la inèrcia del qual ha arribat fins als nostres dies, per articles extensos, renovats i d'actualitat, centrats en qüestions especialitzades, escrits amb el criteri d'una "posta a punt". El marc ideal d'aquests treballs hauria estat una enciclopèdia (*Handbook*) especialitzada. L'aparició de l'"Espasa" i la inexistència en el panorama espanyol d'un mitjà d'aquell tipus satisfieren abastament l'objectiu de la creació d'una informació científica àmplia i rigorosa, a l'abast d'un public molt extens.

LLISTAT D'ARTICLES DE L'ENCICLOPÈDIA UNIVERSAL ILUSTRADA EUROPEO-AMERICANA (ESPASA-CALPE) ATRIBUÏBLES A E. TERRADAS

Volum 1 (1909?, Aberración, pàg. 392)

Aberración, *Astron*, pàgs. 390-393

(Probable encara que sense confirmació)

Volum 2 (1908?, ET 1908)

Acoplamiento de Alternadores, *Mec*, pàgs. 339-342

Acoplamientos eléctricos, pàgs. 342-349

(RP 1951, EU 1949-52, RACAB, ET1908)

Acústica, *Fis*, pàgs. 700-733

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1908, ER1951, PA. Hi ha separata a l'IEC)

Volum 3 (1908?, ET1908)

Aerodinámica, *Fis. mec.*, pàgs. 20-30

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1908, ER1951)

Aeronáutica, *Fís.*, pàgs. 38-59

(ER1951; mencionat com a propi a "Aviación", pàg. 27 en la tirada a part)

Aerostática, *Fis.*, pàgs. 61-69

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1908, ER1951)

Aire caliente (motores de), pàgs. 780-784

(ER1951)

Aislador, *Elect.*, pàgs. 793-807; *Fis.*, pàgs. 807-808

(Separata a l'IEC. Als llistats de RP1951, EU 1949-52, RACAB i ET1908 es menciona la veu "Aislamiento". A l'Enciclopèdia, però, aquesta veu tracta qüestions d'higiene i envia a "Aislador" per les acepcions tècniques)

Volum 4 (1908? ET1908)

Álgebra (Historia y Álgebra universal), pàgs. 627-630

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1908, ER1951, separata a l'IEC)

Algébricas (funciones), *Mat.*, pàgs. 630-638

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1933, ET1908, IEC25, ER1951, separata a l'IEC)

Alternadores, *Electr.*, pàgs. 970-980

(RP1951, RACAB, ET1908)

Alternas (corrientes), *Elect.*, pàgs. 980-988

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1908)

Volum 5 (1908?, pàg. 364)

Amortiguador, *Automovilismo* i altres, pàgs. 252-254

(RP1951, RACAB)

Analítica (función y geometría), pàgs. 338-340

(RP1951, EU 1949-52, RACAB)

Anamorfosis, *Fis. y Tecnol.*, pàg. 347

(RP1951, EU 1949-52, RACAB)

Animados (motores), *Mec.*, pàgs. 628-633

(Mencionat com a propi a "Aviación", pàgs. 28 de la tirada a part)

Aperiódico, *Mec.*, pàg. 975

(RP1951, EU 1949-52, RACAB)

Aplanéticas, curvas o superficies, *Geom.*, pàgs. 995-996

(RP1951, EU 1949-52, RACAB)

Árbol, *Mec.*, pàgs. 1262-1264

(Una qüestió sobre la qual Terradas escriví alguns treballs)

Volum 6 (1909?, "Aviación")

Astática, Fis., pàgs. 754-759

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1933, ER1951, separata a l'IEC)

Asteroides, Astron., pàgs. 766-767

(RP1951, EU 1949-52, RACAB)

Astigmatismo, pàgs. 773-778

(RP1951, EU 1949-52, RACAB)

Astronomía, pàgs. 809-818

(ER1951)

Aviación (Estado actual de la), *Tecnol.*, pàgs. 1251-1286

(Tirada a part, paginada de nou, de 40 pàgs., a l'IEC)

Volum 8 (1910?, "M. Blay" pàg. 1136)

Bessel (funciones), *Mat.*, pàgs. 474-490

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, ER1951, PA, separata a l'IEC)

Volum 9 (1910?, "Borras", pàg. 193; "Odón de Buén", pàg. 1242)

Braquistona, Mec., pàgs. 610-612

(Mencionat a "Mecánica")

Brown, movimientos de, pàgs. 1016-1020

(Mencionat com a propi per Terradas a "Sobre la constante de Avogadro...", 1911)

Bumerang, Arm., pàgs. 1400-1402

(ER1951)

Volum 10 (1910?, "Cable", pàg. 164)

Cálculo, Mat., pàgs. 601-615

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, separata a l'IEC)

Calefacción, Fisc. y Tecn., pàgs. 671-701

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, separata de l'IEC)

Calor, Fis., pàgs. 838-903

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, ET1951, PA)

Volum 11 (1911?, "Carner", pàg. 1184)

Capilaridad, Fis., pàgs. 447-480

(ET1933, IEC25, ET1951, PA; mencionat a E. Terradas: "Sobre la constante de Avogadro..." 1911)

Volum 12 (1911?, "Central" pàg. 1098)

Catedral, Arquít., pàgs. 508-524

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1951)

Celeste, *Mecan.*, pàgs. 893-927

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, ER1951, PA. Mencionat a Cirera, 1911)

Volum 13 (1912?, "Codina" pàg. 1258)

Cicloide, *Mat.*, pàgs. 69-75

(ER1951)

Cielo, *Cosmog.*, pàgs. 117-129

(No documentat; sembla relacionat amb la conferència de Terradas a la Sociedad Astronómica de Barcelona, de 14 d'abril de 1910, el text de la qual no és localitzat)

Cilindro, *Geom.*, pàgs. 208-210

(Encara que no sembla de Terradas, és mencionat per RP1951, EU 1949-52, RACAB, ER1951)

Cilindroide, *Geom.*, pàgs. 212-216

(RP1951, RACAB, ER1951)

Cinemática, *Fis.*, pàgs. 273-291

(RP1951, EU 1949-52, RACAB, ER1951, PA)

Círculo, *Mat.*, pàgs. 366-395

(Probable, no documentat)

Volum 14 (1912?, "Concurso", pàg. 1018)

Coma, *Opt.*, pàgs. 502-510

(ER1951)

Combinatoria, *Mat.*, pàgs. 550-559

(Probable, no documentat)

Combinatorios (números), *Mat.*, 559-560

(Probable, no documentat)

Cometa, *Astron.*, pàgs. 647-667

(ER1951)

Compás (navegación), pàgs. 762-776

(ER1951)

Compresibilidad, pàgs. 835-836

(ER1951)

Compresor, *Mecan.*, pàgs. 839-845

(ER1951)

Cónicas planas, *Mat.*, pàgs. 1260-1274

(Probable, no documentat)

Cono, *Geom.*, pàgs. 1319-1320

(Probable, no documentat)

Volum 15 (1912?, "Correo", pàg. 930)

Cosmogonía, pàgs. 1146-1150

(Probable, no documentat)

Cosmografía, pàgs. 1154-1163

(Probable, no documentat)

Coordenadas, *Astron. i Matem.*, pàgs. 342-350

(Mencionat en altres articles de Terradas, no documentat)

Volum 16 (1912?, "Cristalografía", pàg. 298)

Cristalografía, *Cienc. Nat.*, pàgs. 267-311

(Separata enquadernada a l'IEC)

Volum 17 (1913, "Chile", pàg. 328)

Choque, *Hidr., Mekan. apl., Mekan. analit. o racio.*, pàgs. 624-643

(Mencionat a "mecánica")

Volum 18, segona part (1914?, registrat el 24-11-1914 a la RACAB)

Distribución, pàgs. 1534-1616

(Mencionat per RP1951, EU1949-52 i RACAB. Inclou, parts d'hidràulica, Física, maquinaria,...)

Ecuación, *Mat.*, pàgs. 2845-2913

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, ER1951, PA)

Volum 19 (1914?, registrat el 24-11-1914 a la RACAB)

Eje, *Arquit nav. y maquin., Mec. apl.*, pàgs. 385-394

(Temàtica característica de Terradas, no documentat)

Elasticidad, *Mecán.*, pàgs. 462-478

(RP1951, EU1949-52, RACAB, PA)

Elástica (línea), *Mecán.*, pàgs. 478-480

(La bibliografia inclou el treball d'E. Terradas sobre els fils, de 1911)

Electricidad, *Fís.*, pàgs. 552-617

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, ER1951, PA)

Energía, *Fís. y Mecán.*, pàgs. 1301-1306

(Article general que remet a "Calor", "Electricidad", "Termodinámica". No documentat)

Engranaje, *Mecán.*, pàgs. 1367-1396

(Probable, no documentat)

Volum 20 (1915?, vegeu pàg. 1084)

Envolvente (curva), *Mat.*, pàgs. 211-216

(Probable, no documentat)

Epíclisde, *Mat.*, pàgs. 247-255

(Article complementari, segons es diu, de "Cíclisde")

Esclusa, *Hidraul.*, pàgs. 783-796

(Separata enquadernada a l'IEC)

Volum 21, 1924 (Dedicat per complet a "España")

Ciencias de aplicación, pàgs. 1226-1237)

(Proves d'impressió enquadernades a l'IEC)

Volum 22, 1924

Espectral (análisis); Espectrocolorimetría; Espectrógrafo; Espectroheliógrafo, Espectrometría, pàgs. 71-96

(Aquests articles es troben en un mateix plec, enquadernat a l'IEC. Algun o tots poden ser deguts a Terradas)

Espectroscopía, *Fis.*, pàgs. 100-129

(Pot ser atribuït a Terradas: remet, entre d'altres, a "Quanta", Radiación", "Óptica" i a la bibliografía d'"Estrella". No documentat)

Estabilidad, *Arquit. naval, Mat y Fis.*, pàgs. 429-444

(RP1951, EU1949-52, RACAB, PA, separata a l'IEC)

Estado, *Fis.*, pàgs. 508-517

(Article que es presenta complementari de "Gas", "Líquido" i "Sólido". El que hi ha a continuació, "Estado coloidal", fins la pàgina 529, no sembla de Terradas. No documentat)

Estática, *Mecán.*, pàgs. 682-715

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata a l'IEC)

Estereometría, *Geom.*, pàgs. 817-829

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata enquadernada a l'IEC)

Estereotomía, *Construcción*, pàgs. 841-891

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata enquadernada a l'IEC)

Estrella, *Astron.*, pàgs. 1088-1094

(Probable, no documentat)

Éter, *Fis.*, pàgs. 1179-1182

(Probable de Terradas. L'article, segons consta, és complementari de les veus "electricitat", "espectroscopía", "magnetismo", "radiación" i "relatividad", totes elles de Terradas)

Eucaris, *Astron.*, pàgs. 1268

(Proves d'impremta a l'IEC)

Euclides el Geómetra, pàgs. 1279-1286

(Proves d'impremta enquadernades a l'IEC)

Volum 23, 1924

Ferrocarril, *Tecnol.*, pàgs. 952-1088

(Proves d'impremta enquadernades a l'IEC)

Física, Ciencia, pàgs. 1579-1587

(Article general. Inclou una extensa llista de revistes de física, que ocupa més d'una apretada pàgina. No documentat)

Volum 24, 1924

Focal (distancia), *Geom.*, pàgs. 218-219

(Proves d'impremta enquadrades a l'IEC)

Foco, *Geom.*, pàgs. 224-225

(Proves d'impremta enquadrades a l'IEC)

Volum 25, 1924

Función, *Mat.*, pàgs. 44-160

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ER1951, separata a l'IEC)

Funcional, *Mat.*, pàgs. 164-166

(Proves d'impremta enquadrades a l'IEC)

Gas, *Fis.*, pàgs. 923-935

(Proves d'impremta enquadrades a l'IEC)

Gemelos, *Astron.*, pàgs. 1196-1198

(Proves d'impremta enquadrades a l'IEC)

Geodesia, *Geom.*, pàgs. 1290-1294

(Mencionat a "Gravedad", "Gravitación". Probable, no documentat)

Geometría, *Mat.*, pàgs. 1351-1370

(Article general que pot ser atorgat a Terradas: per la temàtica, per les referències, perquè envia a "Euclides" i altres veus de l'autor)

Volum 26, 1925

Giróstato, *Mecán.*, pàgs. 198-202

(Separata enquadrada a l'IEC)

Goniómetro, *Artill.*, pàgs. 606-615

(Separata enquadrada a l'IEC)

Gravedad, *Arquit. Nav. i Fis.*, pàgs. 1134-1148

(A la publicació corresponent al discurs d'entrada a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid de Pere Puig Adam, el 1952, hom li atribueix aquesta veu, la qual, per altra part, tracta qüestions força diverses. La veu és atribuïda a Terradas per RP1951, EU 1949-52, RACAB i hi ha una separata enquadrada a l'IEC. Ens devem trobar en la mostra –és impossible localitzar-ne gaires!– del caràcter col·lectiu de la redacció de l'Enciclopèdia)

Gravitación, *Mecán.*, pàgs. 1154-1159

(Com l'anterior, és atribuït a P. Puig Adam. Hi ha una separata enquadrada a l'IEC, prova de la "intervenció" de Terradas)

Grupo, *Mat.*, pàgs. 1445-1476

(RP1951, RACAB, ET1933, IEC25, PA, separata a l'IEC)

Harmónico, ca. *Mat.* i *Mecán.*, pàgs. 709-727

(Inclou les funcions harmòniques i poliharmòniques, a més del moviment harmònic. Envia el lector a "Acústica". Hi ha una separata a l'IEC)

Volum 27, 1925

Hidráulica, *Fis.*, pàgs. 1394-1408

(IEC25, separata enquadernada a l'IEC)

Hidrodinámica, *Fis.*, pàgs. 1423-1438

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, ER1951, PA, separata enquadernada a l'IEC)

Hidroestática, *Mecán.*, pàgs. 1464-1469

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata enquadernada a l'IEC)

Volum 28, primera part, 1925

Hora, *Astron.*, pàgs. 286-287

(Proves d'impremta a l'IEC)

Horizonte, *Astron.*, pàgs. 312-314

(Proves d'impremta a l'IEC)

Hormigón, *Albañ. y Constr.*, pàgs. 323-327

(Separata enquadernada a l'IEC)

Hormigón armado, pàgs. 327-361

(Separata enquadernada a l'IEC)

Incendio, *Tecnol.*, pàgs. 1155-1179)

(Proves d'impremta a l'IEC)

Infinitesimal (Cálculo), *Mat.*, pàgs. 1431-1448

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata a l'IEC)

Volum 28, segona part, 1926

Integración, *Mat.*, pàgs. 1753-1769

(RP1951, RACAB, separata a l'IEC)

Integrales (ecuaciones), *Mat.*, pàgs. 1770-1776

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata a l'IEC)

Integrodiferenciales (ecuaciones), *Mat.*, pàgs. 1777-1779

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata a l'IEC)

Volum 29 (1915?)

Lambda, *Mat. naut.*, pàgs. 381-384

(Probable, no documentat)

Latitud, *Astron., Geod. e Hidrog.*, pàgs. 1025-1027

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Volum 30 (1915?, "Lerroux")

Límites (Método de los), *Mat.*, pàgs. 776-780

(Es diu que és un article complementari a "Elasticidad", "Calor", "Ecuaciones", "Integral",... Probable de Terradas, no documentat)

Locomotora, *Tecnol.*, pàgs. 1292-1343

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Logarítmica (curva), *Mat.*, pàgs. 1409-1410

(Probable, no documentat)

Logaritmo, *Mat.*, pàgs. 1411-1418

(Article general, amb moltes referències bibliogràfiques. Probable de Terradas, no documentat)

Volum 31 (1915?, "López Muñoz, A.", pàg. 170)

Loteria, *Mat.*, pàgs. 309-311

(Refereix la veu "Probabilidad". Probable de Terradas, no documentat)

Luminiscencia, *Fis.*, pàgs. 717-729

(Probable, no documentat)

Luna, *Astron.*, pàgs. 732-785

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA)

Volum 32 (1916?, "Magnetismo" pàg. 206)

Magnetismo, *Fis.*, pàgs. 164-229

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA)

Máquina de vapor, *Tecnol.*, pàgs. 1175-1229

(Mencionat a "medida". Probable no documentat)

Marea, *Hidrog. y Naut.*, pàgs. 1425-1447

(Un tema molt estimat per Terradas. Probable no documentat)

Volum 33 (1916?, "Martínez Gómez", pàg. 552)

Masa, *Fis.*, pàgs. 643-656

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA)

Matemática (ciencia), pàgs. 880-898

(Hom pot llegir-hi moltes de les idees de Terradas sobre les matemàtiques, prou "personals" per a ser identificades. Probable, no documentat)

Materia, *Fis.*, pàgs. 912-915

(Article de caràcter general, que conté com a referència bibliogràfica l'opuscle de Terradas: *Els elements discrets...*, IEC, 1916. Probable, no documentat)

Materiales (Ensayo de), *Tecnol.*, pàgs. 918-949

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Mecánica, *Fis.*, pàgs. 1423-1462

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA)

Volum 34 (1917?, "Meyer", pàgs. 1377)

Medida, *Fis. y Mecán.*, pàgs. 87-111

(Probable de Terradas, mencionat a "Hidráulica", no documentat)

Mercurio, *Quim. y Fis.*, pàgs. 850-875

(Dubtós, pero amb separata enquadernada a l'IEC)

Metacéntrica (curva y evoluta), *Arquit. nav. e Hidrost.*, pàgs. 1111-1122

(Article que es diu complementari a "Estabilitat". Probable, no documentat)

Metalografia, *Tecnol.*, pàgs. 1151-1175

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Volum 36 (1918?, "Moya", pàg. 1545)

Motores de gas, *Tecnol.*, pàgs. 1370-1408

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Motores eléctricos, *Tecnol.*, pàgs. 1415-1446

(Dubtós; podria ser atorgat a algun dels col·laboradors de Terradas com ara F. Planell, encara que hom pot veure-hi l'"estil" de Terradas. No documentat)

Volum (1918?, registrat a la RACAB el 19-VIII-1918)

Navío (Teoría del), *Mar.*, pàgs. 1376-1438

(Article que es presenta com a complementari d'"Estabilidad", entre altres escrits per Terradas. La temàtica forma part de la tractada per Terradas en altres ocasions. Probable, no documentat)

Volum 39 (1919?, registrat a la RACAB el 18-VI-1919)

Número, *Mat.*, pàgs. 19-75

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata a l'IEC)

Ola, *Arquit. nav., Hidr. y Mar.*, pàgs. 938-949

(Separata enquadernada a l'IEC)

Óptica, *Fis.*, pàgs. 1465-1540

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA, separata a l'IEC)

Volum 41 (1920?, registrat a la RACAB el 8-IX-1920)

Pantano, *Hidr.*, pàgs. 829-846

(Separata enquadernada a l'IEC)

Paralaje, *Astrom.*, pàgs. 1287-1299

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Volum 43 (1921, registrat a la RACAB el 7-V-1921)

Péndulo, *Fis., Geod. y Mecán.*, pàgs. 250-263

(Article complementari a "Mecánica", "Física", "Sismología",...)

Volum 44, 1921

Pila, *Fís.*, pàgs. 856-865

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Volum 45, 1921

Placa, *Fís.*, pàgs. 197-230

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA)

Planeta, *Astron.*, pàgs. 324-366

(RP1951, EU1949-52, RACAB, proves d'impremta a l'IEC)

Polaridad, *Geom.*, pàgs. 1220-1227

(Article atribuït a Pere Puig Adam en el seu discurs d'entrada a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1952. Atribuït a Terradas per RP1951, EU1949-52, RACAB)

Polarización, *Fís.*, pàgs. 1228-1276

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC24, PA)

Poliedro, *Mat.*, pàgs. 1351-1364

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Polígono, *Mat.*, 1396-1406

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Volum 46, 1922

Potencia, *Arit. y Alg.*, pàg. 987; *Arquit nav.*, *Maquin. y Mar.*, pàgs. 987-996; *Elect.*, pàgs. 996-997

(Pot ser que es tracti d'un *error*. Un volum de separates enquadernades, propietat de M. Lluïsa Tell Terradas, inclou aquest article *mutilat*. No correspon, pel contingut, a la línia de Terradas, malgrat que és atribuït a ell per RP1951, EU1949-52, RACAB. Deu ser una confusió amb l'article següent).

Potencial, *Fís.*, pàgs. 1000-1026

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA, separata a l'IEC)

Precesión de los equinoccios, *Astron.*, pàgs. 1340-1343

(ET1933, IEC25)

Volum 47, 1922

Probabilidad, *Mat.*, pàgs. 606-632

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA, separata a l'IEC)

Problema, *Mat.*, pàgs. 641-645

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata enquadernada a l'IEC)

Proyectiva (Geometria), *Mat.*, pàgs. 1299-1337

(RP1951, EU1949-52, RACAB, separata a l'IEC)

Volum 48, 1922

Puente, *Tecnol.*, pàgs. 105-252

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA, separata incompleta a l'IEC)

Pupinización, *Elect.*, pàgs. 642-661

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Quanta (teoría de los), *Fis.*, pàgs. 817-835

(RP1951, EU1949-52, RACAB)

Volum 49, 1923

Radiación, *Fis.*, pàgs. 135-152

(Mencionat en articles de Terradas; inclòs en la seva línia. Probable, no documentat)

Redes de transporte de energía a alta tensión, *Elect.*, pàgs. 1353-1383

(Article complementari a "Electricidad". Probable, no documentat)

Volum 50, 1923

Relatividad, *Fis.*, pàgs. 462-513

(Proves d'impremta a l'IEC; atribuït, però, a Ramon Jardí per J.M. Vidal Llenas, 1981. Atribuït a Terradas, amb verosimilitut, per RP1951, EU1949-52 i RACAB; també és atribuït a Terradas en el seu llibre postum, amb Ramon Ortiz Fornaguera, *Relatividad*, 1952)

Relevador, *Fis. y Elect.*, pàgs. 517-528

(Separata a l'IEC. No documentat)

Remolino, *Fis.*, pàgs. 748-754

(Separata enquadernada a l'IEC)

Resistencia de materiales, *Tecnol.*, pàgs. 1182-1263

(Mencionat com a propi per Terradas en moltes ocasions, per exemple a "Estabilidad geométrica...", 1926. RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA, separata a l'IEC)

Volum 53, 1926

Salto de agua, *Ingen. y Tecnol.*, pàgs. 348-391

(Separata enquadernada a l'IEC)

Volum 54, 1927

Seguro, *Econ. y Mat.*, pàgs. 1531-1558

(Separata enquadernada a l'IEC)

Volum 55, 1927

Semejanza, *Mat.*, pàgs. 102-106

(Separata enquadernada a l'IEC)

Serie, Mat., pàgs. 508-527

(RP1951, EU1949-52, RACAB, ET1933, IEC25, PA, separata a l'IEC)

Siderurgia, Ind. y Tecnol., pàgs. 1246-1399

(Separata enquadernada a l'IEC)

Volum 56, 1927

Sirio, Astron., pàgs. 795-802

(Proves d'impremta enquadernades a l'IEC)

Sismología, Fis., pàgs. 839-849

(Proves d'impremta enquadernades a l'IEC)

Sol, Astron., pàgs. 1487-1492

(Mencionat a "Mecànica", amb contingut complementari a d'altres articles de Terradas. Sembla de Terradas. L'article té una segona part, "Estudio físico del Sol", pàgs. 1492-1544, clarament d'un altre autor)

Volum 60, 1928

Telefonía, Fis., pàgs. 3-305

(Mencionat a "Electricidad" però podria ser redactat per algun dels col·laboradors de Terradas a la xarxa telefònica catalana o a la CTNE... Dubtós)

Telefotografía, Fis., pàgs. 321-332

(Dubtós, mateix comentari que "Telefonía")

Telegrafía, Fis., pàgs. 332-518

(Dubtós, mateix comentari que "Telefonía")

Tensión, Fis., Mekan., pàgs. 962-977

(Probable de Terradas, sobretot "Tensión superficial", pàgs. 972-977)

Termodinámica, Fis. y Mate., pàgs. 1273-1354

(Mencionat a "Electricidad". Pot atribuir-se a Terradas)

Volum 62, 1928

Topología, Mat., pàgs. 901-917

(Separata a l'IEC. La segona part, segons es diu, és resum d'un article de Hermann Weyl a la *Rev. Mat. Hisp.-Am.*, 1923)

Torres Quevedo, Leonardo, pàgs. 1446-1449

(Article al qual hom és enviat a "Función", per a les referències bibliogràfiques, encara que aquestes no són, en realitat, gaire abundants a "Torres Quevedo". "Función" fou publicat el 1924 i pot ser que Terradas pensés redactar la biografia de Torres Quevedo i, després, no ho arribés a fer, si fem cas de la imprecisió. Dubtós, pero atribuible a Terradas)

Torsión, Elast., pàgs. 1487-1518

(Separata enquadernada a l'IEC)

Transportes, Econ. Pol., Electr. y Tecnol., pàgs. 1125-1168; *Tecnol.*, pàgs. 1176-1371

(Separata enquadernada a l'IEC. La darrera part és extreta d'un tractat

d'Aumund, segons consta a la pàgina 1371. Alguna part, tanmateix, ha de ser deguda a Terradas, com a autor o "editor".)

Volum 65, 1929

Túnel, *Constr. y Tecnol.*, pàgs. 6-39

(Separata enquadernada a l'IEC)

Volum 67, 1929

Variación, *Mat.*, pàgs. 30-55

(Separata enquadernada a l'IEC. En l'article es menciona que el Càlcul de Variacions serà tractat a "Semicontinuidad", en el Suplement, però no l'hem localitzat).

Vena Fluida, *Fis. e Hidr.*, pàgs. 819-820

(Remet a "Capilaridad" i inclou la "teoria" de l'*ou-com-balla*. Separata a l'IEC)

Volum 68, 1929

Vibraciones, *Mecán. y Fis.*, pàgs. 470-492

(ET1933, IEC25, separata enquadernada a l'IEC)

Volum 7, Apèndix, 1933

Mecánica estadística, pàgs. 176-201

(A la pàgina 197 es diu: "el movimiento browniano, del cual *hemos* hablado en los artículos Brown... y probabilidad...", subratllat afegit. Atribuïble, doncs, a Terradas)

Suplement 1934

Cálculo de probabilidades, pàgs. 237-271

(Article signat)

Suplement 1935

Hidrodinámica, pàgs. 823-869

(Article signat)

CURSOS I CONFERÈNCIES DONATS PER E. TERRADAS

a) *Cursos ordinariis*

1906. Curs de termodinàmica a la Universitat de Madrid.

1906-1907. Professor de Mecànica Racional a la Universitat de Saragossa.

1907-1927. Professor d'Acústica i Òptica i d'Electricitat i Magnetisme a la Universitat de Barcelona.

1913-1923. Professor d'automobilisme a l'Escola del Treball de Barcelona.

1917-1923. Professor de Tracció elèctrica a l'Institut d'Electricitat i Mecànica Aplicades de l'Escola Industrial de Barcelona.

1928-1931. Professor d'Equacions diferencials de la Universitat de Madrid.

1929-1931. Professor d'Elasticitat i Resistència de Materials, Mecànica Racional i Hidrodinàmica a l'Escuela Superior Aerotécnica de Madrid.

1933-1936. Professor de Mecànica Racional a la Universitat de Barcelona.

1936-1939. Professor de diverses matèries a la Universitat de La Plata, Argentina.

1940-1950. Professor de Física Matemàtica a la Universitat de Madrid.

b) *Conferències i cursets extraordinaris* (Si no es diu res, vol dir que existeix la publicació corresponent)

1907. Curs sobre funcions el·líptiques a la Universitat de Saragossa (ET1933).

1908-1909. Curs sobre corrents alterns a la Universitat de Barcelona (Fou publicat en una part el 1910 i hi ha el programa complet a l'Arxiu de la Facultat de Ciències de Barcelona).

1908. Comunicacions al Primer Congrés de l'Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. (Publicades el 1909).

1909. Curs sobre equacions integrals a la Universitat de Barcelona (ET1933).

1909. "Sobre la desviación mínima en un prisma cuando no está el rayo incidente en una sección recta del mismo", nota presentada a la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. (RACAB, 1950-1951, text no localitzat).

1909. "Sobre transformación de sistemas polifásicos por valores apropiados de las impedancias receptoras y generalización de algunos resultados de Kenelly", nota presentada a la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. (RACAB, 1950-1951, text no localitzat).

1909. Discurs d'entrada a la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (Fou publicat el 1909; el manuscrit es troba a l'Arxiu de l'Academia).

1910. "El azul del cielo y su polarización". Conferència pronunciada el 14 d'abril de 1910 organitzada per la Sociedad Astronómica de Barcelona. Text no localitzat però pot relacionar-se amb la veu "Cielo" de l'Enciclopedia Espasa.

1911. Intervenció al Congrés de València de l'Asociación Española para el Progreso de las Ciencias.

1911. Discurs reglamentari com a primer president de la Sociedad Astronómica de Barcelona.

1911. Intervenció al Congrés de Granada de l'Asociación Española para el Progreso de las Ciencias.

1912. "Sobre el movimiento de un hilo cuyos puntos tienen la misma trayectoria en el movimiento relativo respecto de ejes que giran con velocidad angular constante." Comunicació a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Text no localitzat (RACAB, 1950-1951, text no localitzat).

1913. "Estabilidad dinámica y soluciones periódicas". Conferència a la Secció Primera del Congrés de Madrid de l'Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Text no localitzat.

1914. La teoria relativista de la gravitació", conferència pronunciada en el marc dels actes commemoratius del CL Aniversari de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. El text no és localitzat encara que en el volum corresponent que publicà l'Acadèmia hi figura un resum, el mateix que fou publicat per la premsa.

1915. "Anàlisi de la noció de discontinuïtat en les teories de la matèria i de la radiació" dins la primera sèrie dels Cursos Monogràfics organitzats pel Consell de Pedagogia. Publicat el 1916 per l'Institut d'Estudis Catalans.

1916. "Solucions periòdiques i teoria de la Lluna de Brown". Curs dins dels Cursos Monogràfics del Consell de Pedagogia. Text no localitzat però que hom relaciona amb la veu "Luna" de l'Enciclopèdia Espasa.

1915. "Introducción a la física del radio". Conferència a la Reial Acadèmia de Medicina i Cirurgia de Barcelona el 30 de novembre de 1915.

1916. "Influencia de líneas de fuerza, telegráficas y telefónicas, en las corrientes de baja tensión". Conferència al Centro Telegráfico Español de Madrid el 16 de desembre.

1916. "Análisis de las teorías relativistas de la Gravitación, de Einstein, Nordmann y Abraham", deu lliçons organitzades per la Facultat de Ciències de Barcelona, anunciades a *Ibérica*, vol. V, pàg. 19.

1917. Intervenció al Congrés de Sevilla de l'Asociación Española para el Progreso de las Ciencias.

1917. "Diagrames dels acers al carbó i especials". Conferència a l'Institut de Química Aplicada de l'Escola Industrial de Barcelona. Text no localitzat.

1917. "El problema de los tres cuerpos", el 20 de maig a l'Acadèmia de Saragossa. (Curso, 1925), pàg. 13.

1919. Diverses conferències de divulgació dels treballs dels ferrocarrils secundaris de la Mancomunitat.

1920-1921. "La relativitat i les noves teories del coneixement". Trenta lliçons (amb 81 inscrits!) en el marc dels Cursos Monogràfics del Consell de

Pedagogia. Text no localitzat però que cal relacionar amb la veu "Relatividad" de l'Enciclopèdia Espasa. El curs de Terradas (que s'inicià el 2 de desembre de 1920) fou comentat per E. de Rafael a *Ibérica*, 1921.

1921. "Relatividad", tres conferències a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, el maig de 1921. Text no localitzat. (Vegeu la *Revista Matemática Hispano-Americana*, 1921, pàg. 183).

1921. "El problema de los ferrocarriles secundarios, especialmente en Cataluña", conferència a l'Instituto Católico de Artes e Industrias de Madrid, el 10 d'abril de 1921. Text no localitzat. (*Rev. Mat. Hisp. Am.*, 1921, pàg. 183; resum a *Crònica Oficial*, any II, pàg. 110).

1921. "Proceso histórico de la teoría de Resistencia de Materiales y los progresos realizados durante los últimos años", conferència a la Asociación de Alumnos de Ingenieros y Arquitectos de Madrid, el maig de 1921. Text no localitzat. (*Rev. Mat. Hisp. Am.* 1921, pàg. 183).

1921. "Placas planas y curvas", conferència a l'Instituto de Ingenieros Civiles de Madrid el maig de 1921. Text no localitzat. (*Rev. Mat. Hisp. Am.*, 1921, pàg. 183).

1921. Inauguració de curs de l'Institut de Química Aplicada, publicada amb el títol de "Primera lliçó...", 1921.

1922. Conferència preliminar al curs de Hermann Weyl sobre "Anàlisi Matemàtic del problema de l'espai". Tingué lloc el primer de març de 1922 al Palau de la Generalitat de Barcelona. El dia següent començà el curs de Weyl (ADB, lligall 3732).

1926. "Estabilidad de forma en los sistemas elásticos", comunicació a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (Vegeu la RACAB, 1950-51 i el *Boletín* de l'Acadèmia, pàgs. 278-279).

1926. "De la estabilidad geométrica en estructuras elásticas", conferencia "d'alta cultura" a l'Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

1927. "Problemas de Contorno", conferències a la Facultat de Ciències de la Universitat de Madrid, el maig de 1927. Text no localitzat però existeix una ressenya extensa de T. Rodríguez Bachiller a la *Revista Matemática Hispano-Americana*, 2^a serie, Tomo II, 1927, pàgs. 245-249.

1927. "Sobre el problema del difusor", conferència a l'Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid. Text no localitzat. (Vegeu-ne la menció a *Del arrastre por corrimiento...*, 1943, pàg. 75).

1927. Conferències a Latinoamèrica, sota els auspicis de la Institución Cultural Española de Buenos Aires i altres entitats. Foren, en conjunt, 8 lliçons sobre "Estabilidad"; un seminari sobre "Aplicaciones en los árboles en rotación y resortes"; una conferència sobre "El Comercio con las Indias Occidentales"; una altra sobre "Relaciones financieras entre España y América"; i una altra sobre "La construcción de obras públicas en España". Tin-

gueren lloc a Buenos Aires i Cordoba, Argentina; Santiago de Xile, Montevideo, a Uruguai... Per més detalls vegeu els *Anales de la Institución Cultural Española*, tom tercer, 1926-1930, primera part, Buenos Aires, 1952, pàgs. 425-452; també A. Roca, (1984).

1927-1928. "Viscosidad y Plasticidad", curs a l'Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid entre novembre de 1927 i gener de 1928. Ressenyat a la *Revista Matemática Hispano-Americana* i a *Ibérica*. El manuscrit és el Fons Terradas de l'Institut d'Estudis Catalans.

1927-28?. Conferència sobre "la viscosidad y la plasticidad de la materia". Saragossa. (Memoria, 1929) pàg. 154.

1928-1929. Diverses intervencions als "Coloquios matemáticos" organitzats per la Sociedad Matemática Española. Terradas intervingué al primer, amb Lorente de Nó, sobre "Torsión elástica"; al segon, parlà de la "Teoría de funciones cuasi-periódicas"; amb Ramon de Rafael, Terradas parlà al quart col·loqui sobre "Deformaciones elásticas simétricas con respecto al eje de un cuerpo de revolución"; al cinquè, comentà el treball de Levi-Civita sobre invariants adiabàtics presentat en un congrés acabat de celebrar. Textos no localitzats. Les sessions foren ressenyades a la *Revista Matemática Hispano-Americana*, volums III i IV de la segona sèrie, corresponents a 1928 i 1929.

1929. Intervenció a la Conferència Mundial de l'Energia.

1930. Conferència sobre "Los métodos en serie en fracciones continuas y asintóticos que constituyen las reglas de cálculo de Heaviside", a l'Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación.

1930. Intervencions a la *5th European International Staff Conference*, organitzada per la ITT a Londres els dies 26 i 27 de juny. Terradas parlà sobre "Charges for Radio Equipment for CNTE" i sobre "Expense Reductions: ITT Operating Companies".

1931-1932. Curs d'Estadística matemàtica a la Facultat de Ciències de Madrid. Text no localitzat. Notícia del curs a l'Arxiu de la Facultat de Madrid.

1932-1933. Curs sobre "Variables aleatorias y teoría de las muestras" a la Facultat de Dret de Madrid. Text no localitzat. Notícies en diversos llocs, per exemple a l'Arxiu de la Universitat de Barcelona.

1933. "Curso sobre Métodos estadísticos en Economía" a la Universidad de Verano de Santander, ressenyat a la *Revista Matemática Hispano-Americana*, 2ª serie, tomo VIII, 1933, pàg. 231.

1933-1935. "Ecuaciones diferenciales lineales ordinarias i el problema de Riemann", curs donat al Centre d'Estudis Matemàtics de l'Institut d'Estudis Catalans. S'editaren alguns programes corresponents al curs.

1934-1936. "Càlcul de probabilitats", curs al Centre d'Estudis Matemàtics. En els mateixos programes mencionats anteriorment també hi figura l'índex d'aquest curs.

1934. "Probabilidades en cadena. Principio Ergódico", curs a la Universidad Internacional de Verano de Santander. Text no localitzat.

1934-1935. Cursos sobre "Arquitectura y mecánica" a l'Escuela Superior Aerotécnica de Madrid. Programa i part del text nimeografiat al Fons Terradas de l'Institut d'Estudis Catalans. Terradas havia estat professor de l'Escola en iniciar-se el 1929.

1936-1939. Diverses conferències a l'Argentina. Algunes d'elles foren publicades el 1938 i el 1941. (Santaló, 1983).

1940. "Estabilidad elástica en general y pando de superficies", curs a la Universitat de Madrid, comentat a la *Revista Matemática Hispano-Americana*, 3ª serie, tomo II, 1940, pàg. 46. Text no localitzat.

1940. "Los puntos singulares en la teoría de la Fotoelasticidad", conferencia a l'Escuela de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid, segons L. Villena, 1943. Text no localitzat.

1943-1945. "Lecciones de Física de Materiales Sólidos" a l'Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos.

1948. "Breve y elemental reseña de las bases científicas y aplicaciones técnicas de la Electrónica", conferència d'inauguració de l'Instituto de Electrónica del CSIC, el 28 de febrer de 1948.

Hem omitit, en la llista precedent, les comunicacions publicades a les acadèmies a les que pertanyia Terradas. Hi ha alguns cursos i conferències mencionats per Terradas ET1933, que no hem pogut datar ni documentar fins ara. Els mencionem a continuació:

- "Lecturas" en Madrid sobre el tractat de Tonelli "Serie trigonometriche".
- Conferències a l'Escuela de Ingenieros Aeronáuticos sobre "Vibraciones de alas y cálculo de alas Junker".
- Curs sobre "ecuaciones de variación y soluciones asintóticas y periódicas" al doctorat de la Universitat de Madrid.
- Curs de doctorat sobre Mètodes matemàtics de la Física Matemàtica.
- Conferències sobre "teoría mecánica de tierras (sedimento, filtración y contracción en arcillas)" al Laboratori Matemàtic de Madrid.

REFERÈNCIES (NO INCLOSES EN EL TEXT)

ADB

Arxiu de la Diputació de Barcelona.

Cirera, 1911

Ricardo Cirera: "Recientes progresos de las ciencias astronómicas en Espa-

ña", dins, Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, *Congreso de Granada*, Tom I, 1911, pàgs. 51-88.

Curso, 1925

Curso de Conferencias dedicado a la producción del campo aragonés. Pub. Academia de Ciències Exactas, Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza, Saragossa 1925.

ER1951

Enrique de Rafael: "Esteban Terradas", *Revista Matemática Hispano-Americana*, 4ª serie, tomo XI, 1951, pàgs. 5-16.

ET1908

Llistat de mèrits al·legats per E. Terradas en 1908 per a aconseguir una pensió de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, de la qual acabà no fent us. Una còpia del document, amb data d'1 de setembre de 1908, es troba a l'arxiu (antic) de la Facultat de Ciències de Barcelona, actualment dipositat a la Facultat de Matemàtiques, a la carpeta "Personal Docente Antiguo".

ET1933

"Apéndice con la relación de trabajos de E. Terradas", dins: Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, *Discurso leído en el acto de su recepción por E. Terradas y contestación por J. Rey Pastor el día 15 de febrero de 1933*, C. Bermejo impresor, Madrid 1933, pàgs. 163-165.

EU1949-1952

"Terradas e Illa, Esteban", *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, Espasa-Calpe, Suplemento 1949-1952, pàgs. 340-341.

IEC25

"(Publicacions dels membres de l'Institut) E. Terrades", dins: *L'Institut d'Estudis Catalans. Els seus primers XXV anys*. Barcelona 1935, pàgs. 262-265.

Memoria, 1929

"Memoria reglamentaria leída en la sesión publica inaugural del curso 1928-29, el día 20 de enero de 1929, por el Secretario D. José Romero Ortiz de Villacián". *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza*, XII (1929), pàgs. 153-155.

PA

P. Puig Adam: "En memoria de don Esteban Terradas", *Dyna*, 1950, pàgs. 243-246.

Palacios, 1951

Julio Palacios: "Terradas, físico", dins: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa el día 24 de enero de 1951*, Madrid 1951, pàgs. 13-21.

Puig Adam, 1952

P. Puig Adam: *Matemàtica y cibernética*, Discurso leído en el acto de su recepción por el Excmo. Sr. D... Contestación del Excmo. Sr. D. Antonio Torroja Miret el día 5 de marzo de 1952. Nuevas gráficas, Madrid 1952, 101 pàgs.

RACAB, 1950-51

"Esteban Terradas e Illa", dins: Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, *Nómina del personal académico y anuario de la corporación, año académico de 1950 a 1951*, pàgs. 83-85.

Roca (1984)

A. Roca, "El viatge de 1927 d'Esteve Terradas a Latinoamèrica", comunicació al III Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia, San Sebastián, octubre 1984, en premsa.

RP1951

Julio Rey Pastor: "Esteban Terradas, su vida y su obra", dins: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa el día 24 de enero de 1951*, Madrid 1951, pàgs. 35-64.

Santaló, 1983

Luis A. Santaló: "Labor de Terradas en la Argentina", en Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en memoria del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*, Madrid 1983, 15 pàgs. sense paginar.

Vidal, 1981

Josep M. Vidal Llenas: "L'entrada de la relativitat entre nosaltres", en *Centenari de la naixença d'Albert Einstein, Arxius de la Secció de Ciències*, LXI, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona 1981, pàgs. 139-142.

Villena, 1943

Leonardo Villena: *Fotoelasticidad*. Anales del Instituto Técnico de la Construcción y de la Edificación, Madrid (1943), 295 pàgs.

Weyl, 1923

Hermann Weyl: "Análisis Situs Combinatorio", *Revista Matemática Hispano-Americana*, vol. V, 1923, pàgs. 209-219, 241-249, 273-279; vol. VI, 1924, pàgs. 1-9, 33-41.

**ACABAT D'IMPRIMIR
A ROMARGRAF, S.A.,
DE L'HOSPITALET DE LLOBREGAT,
EL DIA 15 DE JULIOL DE 1987**

