

VI TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

Coordinació:

Josep Batlló Ortiz, Pasqual Bernat López i Roser Puig Aguilar



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

Barcelona 2002

ACTES DE LA VI TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

(Vic, 27, 28 i 29 d'octubre de 2000)

Coordinació:

Josep Batlló Ortiz
Pasqual Bernat López
Roser Puig Aguilar



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

Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica (6a : 2000 : Vic)

Actes de les VI Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica : Vic, 27, 28 i 29 d'octubre de 2000

Textos en català, anglès i castellà. — Bibliografia

ISBN 84-7283-622-3

I. Batlló i Ortiz, Josep, ed. II. Bernat López, Pasqual, ed. III. Puig Aguilar, Roser, ed.

IV. Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica V. Títol

1. Tecnologia — Història — Congressos 2. Ciència — Història — Congressos

5/6 (091) (061.3)

Il·lustració de la coberta: Al·legoria de l'estudiant de Vic

© 2002, dels autors de les ponències

Propietat d'aquesta edició:

Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica

filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: maig de 2002

Tiratge: 500 exemplars

Text original revisat lingüísticament pel Servei de Correcció de l'IEC

Compost per Fotocomposició gama, s.l.

Carrer d'Àrístides Maillol, 3, 1r. 08028 Barcelona

Impress a Limpergraf, SL

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

ISBN: 84-7283-622-3

Dipòsit Legal: B. 23951-2002

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

Comitè local

<i>Joaquim Pla Brunet, president</i>	Universitat de Vic
<i>Xavier Arumí</i>	Ajuntament de Vic
<i>Pasqual Bernat López</i>	Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica
<i>Enric Castellnou</i>	Consell Comarcal d'Osona
<i>Just Palma Casals</i>	Ajuntament de Vic
<i>Ramon Pinyol Torrents</i>	Universitat de Vic
<i>Robert Vendrell Cirera</i>	Universitat de Vic
<i>Albert Vicens Albert</i>	Universitat de Vic

Comitè científic

<i>Antoni Roca Rosell</i>	Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica
<i>Jon Arrizabalaga</i>	Consell Superior d'Investigacions Científiques
<i>Josep Chabàs Bergon</i>	Universitat Pompeu Fabra
<i>Victor Navarro Brotons</i>	Universitat de València
<i>Agustí Nieto Galan</i>	Universitat Autònoma de Barcelona
<i>Joaquim Pla Brunet</i>	Universitat de Vic
<i>Roser Puig Aguilar</i>	Universitat de Barcelona
<i>Xavier Roqué Rodríguez</i>	SCHCT, Universitat Autònoma de Barcelona

Comitè organitzador

<i>Joaquim Pla Brunet, president</i>	Universitat de Vic
<i>Agustí Nieto Galan, secretari</i>	Universitat Autònoma de Barcelona
<i>Georgina Blanes Nadal</i>	Universitat Politècnica de València
<i>Josep Bernabeu Mestres</i>	Universitat d'Alacant
<i>Francesc Bujosa Homar</i>	Universitat de les Illes Balears
<i>Marina Castells Llavanera</i>	Universitat de Barcelona
<i>Iris Abril Figuerola Pujol</i>	Universitat de Barcelona
<i>Guillermo Lusa Monforte</i>	Universitat Politècnica de Catalunya
<i>Antoni Malet Tomàs</i>	Universitat Pompeu Fabra
<i>Jordi Martí Henneberg</i>	Universitat de Lleida
<i>José Pardo Tomàs</i>	Consell Superior d'Investigacions Científiques
<i>Josep Manuel Parra</i>	Universitat de Barcelona
<i>Roser Puig Aguilar</i>	Universitat de Barcelona
<i>Antoni Roca Rosell</i>	Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica
<i>Xavier Roqué Rodríguez</i>	Universitat Autònoma de Barcelona
<i>Antoni Romeu Figuerola</i>	Universitat Rovira i Virgili
<i>Vicent Salabert Fabiani</i>	Universitat de València
<i>Josep M. Vidal Hernández</i>	Institut Menorquí d'Estudis

Entitats col·laboradores

Ajuntament de Vic
Consell Comarcal d'Osona
Institut d'Estudis Catalans
Xarxa Temàtica d'Història de la Ciència i de la Tècnica
Ministeri de Ciència i Tecnologia
CIRIT, Generalitat de Catalunya
Diputació de Tarragona
Universitat de Vic
Universitat Autònoma de Barcelona
Universitat de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Universitat Politècnica de València
Universitat Rovira i Virgili

SUMARI

Josep BATLLÓ, Pasqual BERNAT, Roser PUIG: Presentació	9
-------------------------------------------------------------	---

CONFERÈNCIES

John NORTH: Scholars and power: astrologers at the courts of medieval Europe	13
Santos CASADO: Ciencia y Política en los Origenes de la conservación de la naturaleza en España	29
Josep Vicent MAROTO BORREGO: Controvèrsies en l'agronomia moderna	47
David EDGERTON: De la innovació al uso: diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas	57

SIMPÒSIUMS

RAMADERIA, VETERINÀRIA I CONSUM DE CARN ALS PAÏSOS CATALANS (SEGLES XIV-XIX)

Pasqual BERNAT LÓPEZ: La Direcció d'Agricultura de la Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona i la situació de la ramaderia a Catalunya durant la segona meitat del segle XVIII	79
Lluís CIFUENTES COMAMALA: Cavalls, bous i vaques: sobre manescalia i agronomia a Catalunya entre l'Edat mitjana i la moderna	87
Martí PUMAROLA BATLLE: El control sanitari de la carn al segle XIX	93
Joan RÀFOLS i CASAMADA: La llet al segle XIX: de medecina a aliment	97
Alfons ZARZOSO ORELLANA: Animals i menescalia a la Catalunya del segle XVIII ...	107

LA MATEMÀTICA COM A EINA ESSENCIAL PEL DESENVOLUPAMENT ECONÒMIC, SOCIAL I TECNOLÒGIC DE LA SOCIETAT

Francesc X. BARCA SALOM: Les matemàtiques i la navegació: una estreta col·laboració	121
Jaume LLIBRE: Una reflexió sobre el racó de l'univers on vivim i la seva relació amb un instant crucial de la història de la ciència	133
Guillermo LUSA MONFORTE: Balmes: Las matemáticas del industrialismo	141
Carles PUIG-PLA: Sobre el significat del concepte <i>Matemàtiques</i> : Matemàtiques pures i mixtes en els segles XVIII i XIX	151
Eduard RECASENS GALLART: La matemàtica com a eina essencial per a Heaviside ...	171
Mònica RIUS PINIÉS: Implicacions matemàtiques d'esdevenir musulmà: càlculs per a la pràctica religiosa	181

Vicent L. SALAVERTE FABIANI: Matemàtiques i mercaderia al renaixement	187
M. Rosa MASSA ESTEVE; Carles PUIG-PLA: Consideracions entorn la interacció de la matemàtica i les altres ciències	195

COMUNICACIONS

José Antonio ALABAU CALLE; Gerardo MORA RUBIO: La asociación española para el progreso de las ciencias en la exposición regional (1909) y nacional (1910) de valencia a través de la prensa	203
Aitor ANDUAGA EGAÑA: La difusión de la meteorología en el país vasco a través de la prensa (1850-1950)	209
Josep BATLLÓ ORTIZ: Sismologia colonial: la introducció de la sismologia instrumental a les Illes Filipines (1865-1901)	215
María Cinta CABALLER VIVES: Noticia sobre el catedrático de Instituto Pedro Aliaga y Millán (Hellín, 1839 - Valencia, 1915)	225
Trini CADEFAU SURROCA; M. Assumpció CATALÀ POCH: 1819: Un manuscrit curios	233
<i>In memoriam.</i> Francesc Calvet i Rovira (1947-2002)	238
Francesc CALVET ROVIRA; D. PARCERISA; D. GÓMEZ-GRAS: La terra d'escudelles a la Muntanya de Montjuïc	239
Francesc CALVET ROVIRA; M. SUÑÉ: Les salines continentals del Sud-Est dels Pirineus	251
Agustí CAMOS CABECERAN: Humboldt a Catalunya; Catalunya en Humboldt	269
M. Teresa CANALS AROMÍ: Motllos i corrons per estampar. Segles XVIII-XIX	277
Jesús Ignasi CATALÀ GORGUES: L'estació de fitopatologia agrícola de Burjassot: noves idees científiques per a nous problemes agraris al primer terç del segle XX	281
José CHABÁS BERGÓN: Predicción y observación de eclipses en Cataluña a finales de la Edad Media	287
Ramon CLOTET BALLÚS; Josep MESTRES; Dolors PONSATI: El mató al Lluçanès als inicis del segle XX: justificacions tecnològiques de la seva elaboració . . .	295
Laura DELBRUGGE: Capitalizing on the stars: medieval almanacs as popular science .	301
Jordi FERRAN BOLEDA: L'electricitat a l'exposició internacional de de 1929	307
Santiago GARCÍA VALLVÉ; Miguel Ángel MONTERO SIMÓ; Antonio ROJAS PÉREZ; Antoni ROMEU FIGUEROLA: El vitalisme i la seva crisi en el segle XIX	313
Sebastià GIRALT SOLER: El <i>regimen quartane</i> atribuït a Arnau de Vilanova, un <i>consilium</i> polèmic	319
Pere GRAPÍ VILUMARA: Llibres de text i innovació científica. El cas de les afinitats químiques a principis del segle XIX	327
M. Lluïsa GUTIÉRREZ MEDINA: Apunts sobre l'ensenyament de l'astronomia a l'escola	337
M. ASUNCIÓN IGLESIAS MARTÍN: El uso de las matemáticas en los textos náuticos españoles del siglo XVIII	345

Itsaso IBÁÑEZ FERNÁNDEZ; José LLOMBART PALET: El valor de la precisión: los cronómetros marinos. El cronómetro # 1301 de J. Sewill (Liverpool, 1860) ..	353
Ignasi JUVELLS PRADES; Rosa Maria MOLINÉ; José Ramon de FRANCISCO MONEO: Les lents i la millora de la visió. Història d'un descobriment	361
Tayra M. Carmen LANUZA NAVARRO: La astrología cometaria de un dominico español a finales del siglo XVI	369
John LUCAS: Panorama de Tècniques astrològiques a la Catalunya del XV i XVI	375
Joan MARCH NOGUERA: La revista <i>Ciència</i> (1926-1933), primera revista de ciències i de tècnica en català	381
Gemma MATARÓ VÁZQUEZ: Antics cultius de vinya, ara desapareguts, a la Plana de Vic	389
Juan NAVARRO LOIDI: Escuela de Palas	397
Josep M. NÚÑEZ ESPALLARGAS; Jordi SERVAT SUSAGNE: La reforma de l'enseyament de les matemàtiques a Catalunya: l'obra de Camil Vives	409
Maria OCAÑA SUBIRANA: L'estudi de l'agricultura medieval a Osona: una aproximació des de fonts diverses	417
Imma OLLICH CASTANYER; Montserrat de ROCAFIGUERA ESPONA: L'esquerda: de la sembra a l'emmagatzematge. Experimentació arqueològica sobre tècniques agrícoles medievals	429
Josep Manel PARRA SERRA; Emma SALLEN DEL COLOMBO: Covariància i invariància a l' <i>espaces courbes</i> de Cesare Burali-Forti i Tommaso Boggio	437
Inés PELLÓN GONZÁLEZ: La química en el «Real Seminario Científico Industrial de Vergara» (1850-1860)	443
Antoni ROCA ROSELL: Com refiar-se d'una brúixola: instruments científics i consens social	453
Josep M ^a ROMERO BARÓ: L'estudi de la física entre els fundadors de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona	461
Victòria ROSSELLÓ BOTEY: L'obra astronòmica de Josep Saragossà	467
Carlos SÁNCHEZ FERNÁNDEZ: El proceso <i>cíclico dialéctico</i> en el desarrollo de la teoría de sumación de series infinitas	475
José Germán SOLÉ MICOLAU; Josep BATLLÓ ORTIZ i Luis Felipe ALBERCA SILVA; La secció meteorològica de l'Observatori de l'Ebre	483
Josep SURIOL CASTELLVÍ: El canal d'Aragó i Catalunya	491
J. Enrique URIOS VERDEGUER: La difusión de un discurso médico sobre el delito en la prensa Valenciana (1875-1886)	499
Santiago VALLMITJANA RICO; Ignasi JUVELLS PRADES: L'espectroscopi: un instrument bàsic per a la recerca en el segle XX. Característiques d'un espectroscopi de la Facultat de Física	505
Llista d'inscrits	513
Índex d'autors	521

PRESENTACIÓ

Ens plau presentar-vos una nova edició de les actes de les trobades sobre Història de la Ciència i de la Tècnica que la nostra Societat duu a terme puntualment cada dos anys. Aquesta vegada es tracta de les actes de la VI Trobada, celebrada a la ciutat de Vic entre el 27 i el 29 d'octubre del 2000. En aquesta Trobada, entre comunicacions orals i pòsters, es van presentar una cinquantena de treballs. A més de les habituals conferències a càrrec de diversos especialistes dels diferents àmbits de la disciplina, també es van celebrar dos simpòsiums que van reunir un total de tretze ponents. Un d'aquests simpòsiums, *La matemàtica com a eina essencial per al desenvolupament econòmic, social i tecnològic de la societat*, va representar una contribució més de la nostra Societat a la celebració internacional de l'any de les matemàtiques. L'altre simpòsium, *Ramaderia, veterinària i consum de carn als Països Catalans (segles XIV-XIX)*, volia aprofitar el marc geogràfic de la Trobada, la comarca d'Osona, on les tradicionals indústries càrnies són en aquest moment el pal de paller de l'activitat econòmica.

Com en les actes precedents, el volum que avui teniu a les mans compleix una doble finalitat. D'una banda, es tracta d'un recull dels treballs —conferències, ponències i comunicacions orals o pòsters— que els socis i altres historiadors de la disciplina van presentar en el decurs d'aquesta Trobada. D'altra banda, aquest és un volum que també, d'alguna manera, representa la culminació material de tot el procés que ha comportat la preparació i l'organització de la Trobada, així com l'edició de les actes. Pel que fa al contingut, en primer lloc, hi trobareu les conferències; tot seguit, els simpòsiums —primer el dedicat a les matemàtiques i després el dedicat a la ramaderia—, i, finalment, les comunicacions orals i els pòsters. Cadascuna d'aquestes seccions segueix internament un ordre alfabètic.

No cal dir que ni la Trobada ni aquest volum no haurien estat possibles sense la col·laboració de moltes persones i institucions. A tots ells volem expressar el nostre reconeixement i volem mencionar especialment la col·laboració de la Universitat de Vic, les aules i les dependències de la qual es van convertir en la seu física de la majoria dels actes de la Trobada. També volem destacar l'hospitalitat dels vigatans i de les autoritats municipals, que, sens dubte, va contribuir a la comoditat i calidesa de l'estada dels participants. Finalment, volem agrair la tasca organitzativa i la diligència del comitè local, imprescindibles per a l'èxit de la Trobada.

Amb aquestes noves actes la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica consolida, quan acaba de complir deu anys, el seu paper central en el panorama historiogràfic de la ciència i de la tècnica al nostre país. Una fita aconseguida, sens dubte, gràcies als socis i a totes aquelles persones i institucions que d'una manera directa o indirecta ens donen el seu suport.

Josep Batlló
Pasqual Bernat
Roser Puig

CONFERÈNCIES

SCHOLARS AND POWER: ASTROLOGERS AT THE COURTS OF MEDIEVAL EUROPE

J. D. North

Professor Emèrit de la Universitat de Gröningen. Holanda

1. The problem

Historians often speak as though astrology served the medieval scholarly world as an instrument of power. As a first step to justifying such a claim, one ought to ask how astrology found its way into the courts of Europe, and how it fared in that environment. Much of the evidence borders on the anecdotal, but such as it is, it suggests that astrological knowledge was at best a very modest instrument of power —let us say a small instrument associated with great powers, rather than an intrinsically powerful instrument.

Even those with a very slight acquaintance with this dark corner of history will be vaguely aware of a gradual change that took place in the subject between ancient and modern times. Most modern astrology is concerned with the personal fortunes of ordinary individuals, whereas much of early astrology —for instance Babylonian astrology— was a question of the fortunes of states and princes. The prince was a human being, but his life was at the focus of attention chiefly because he was a representative of the state. Over the three millennia of its history, astrology has been steadily democratized, and put at the service of the private individual, but this transformation was certainly not complete during the Middle Ages. In fact not all medieval astrology concerned human individuals at all. Forecasting the weather, «the prognostication of times» (*pronosticatio temporis*), was an important part of medieval astrology for example.

Astrology in its western forms has its origins in Babylonian divination. It was codified in Hellenistic culture, and much stiffened by mathematical astronomy, especially by Ptolemy. Even this astronomy owed much to Mesopotamian culture. Largely motivated by astrology, in the ancient world as well as the middle ages, astronomy was in itself an intellectually challenging affair. To make almost any kind of serious astrological prediction, a long series of calculations was needed. The ability to practise mathematical astrology was a rare talent, and like all rare things, the value placed on it was largely independent of its intrinsic merits, intellectual or otherwise.

2. Eastern and Iberian Sources of Western Astrology

By the time that scholarship in general was beginning to revive dramatically in medieval Europe, especially from the twelfth century onwards, Greek and Arab astronomy was

arriving too, through Sicily and Spain. By the ninth century the emirate of Cordova was beginning to compare, culturally and politically, with the glories of the Abbasid Caliphate in Bagdad. The emir ʿAbd al-Raḥmān II surrounded himself with astrologers. There is in existence a list of them—a diwan—just as there is a list of court poets.¹ Astrology played a significant part in the political life of the court of Almanzor, ruler of Córdoba (981-1002).² This ruler burned books on astrology, but he would not go to war without a horoscope, and he took the precaution of having his son’s horoscope cast. That sort of ambivalence has been quite typical of patrons of astrology during most periods of history.

From the second half of the tenth century, astrology was well served in Spain by astronomers of great originality. Several Spanish scholars made important contributions to astronomy, and many to astrology too. It is clear that the Andalusian courts were at this time patrons of astrology, but we know very little about the precise role of astrologers at court.

Courtly concern for learning in general in Spain must nevertheless have become known in other parts of Europe very quickly, even before the time of Almanzor. The most famous early bearer of such information was Gerbert of Aurillac, who studied mathematics and a little astronomy in Catalonia—indeed in the very town of Vic in which I am now speaking.³ We should not take too seriously the reputation for supernatural powers that he left behind him, since mathematics generally was regarded with suspicion in some quarters then, but he must at least have been aware of Spanish-Moorish astrology.⁴ He was of course no stranger to court life, for he became pope in 999. As Sylvester II he was the first Frenchman, and no doubt the first mathematician, to hold that office.

As the number of translations from the Arabic grew, Spain set an example to Europe that was more easily followed. Not only books but scholars made the journey northwards and eastwards, and Petrus Alfonsi was one who carried much responsibility for forming new tastes. He was a royal servant of a new type in northern Europe. Let me remind you of one or two facts about him. He was originally known by his Jewish name Moshe Sephardi before he converted to Christianity at Huesca in 1106, his godfather being king Alfonso I of Aragon.⁵ Moshe, alias Petrus, was the king’s physician, and in due course he became physician to Henry I of England. As a physician, his knowledge of astronomy and astrology were important to him.⁶ We know little about his influence on the court, as regards astrology. We can say only

1. Julio SAMSÓ, *Las Ciencias de los Antiguos en Al-Andalus*, Madrid, 1992, p. 50-51.

2. «Astrología y política en la Córdoba del siglo X», *Revista del Instituto de Estudios Islámicos*, 15 (1970), p. 91-100. See also SAMSÓ, *op cit.*, p. 78.

3. He had left his convent (Saint Géraud, Aurillac) in 967 in the company of Borel, count of Barcelona. In 970 he went with Borel to Rome, where he drew the attention of the Pope, John XIII, and the Emperor, Otto I.

4. He kept up a correspondence with friends in Spain, asking them to send him copies of scientific works. See J. M. MILLÁS VALLICROSA, *Nuevos estudios sobre historia de la ciencia española*, Barcelona, 1960.

5. As pretender to the throne of Castile after 1109, he is sometimes known also as Alfonso VII of Castile.

6. It was perhaps through his influence that both of the kings he served showed a tolerant attitude to Jews:

that he had almost a missionary fervour in his spreading of astronomical knowledge. This is not surprising: it was something he could offer that was not readily available in England. This is the old story: one tends to put a high value on the knowledge one doesn't already have.

3. Adelard of Bath and the Norman Kings

Petrus' contemporary, Adelard of Bath, was a man about whose movements we know rather more. The two seem to have worked together, and the astronomical tables of al-Khwarizmi translated by Adelard contain, in one manuscript, material by Petrus dating from 1116.⁷ Adelard tells us himself that he travelled, when a young man, to the Norman kingdom of Sicily, and his *De eodem et diverso* was in fact written in Syracuse. His *Quaestiones naturales*, beneath its outward form as a discussion between an uncle and a nephew, is effectively a report on his travels and a paean of praise for Arabic learning.⁸ Adelard translated from the Arabic two astronomical and three astrological works, including one that contained passages on gem-stones engraved with magical images. But what connection did he have with the court?

The evidence is circumstantial. He was socially fairly well-connected. Like his father, for many years he was in the service of bishops. At one place he tells us that, while on the banks of the Loire, the queen had asked him to play the harp. (It is not clear whether he was here showing pride in his familiarity with the queen or with the harp.) Other evidence that he acted as court astrologer, however, exists in the form of ten Norman horoscopes that might very well have originated with him.⁹ Charles Burnett has suggested that they might have been done by Robert of Chester. Whatever the truth of the matter, these are royal horoscopes in an untidy autograph, not a professional scribal copy, and nine of the ten seem to be in the same hand. The earliest is for 1123, the next for 1135, one is for 1150, seven are for 1151, and the odd one out is for 1160. There are notes associated with the horoscopes that are difficult to read, but most of them seem to point to king Stephen of Blois, grandson of William the Conqueror. The horoscopes seem to be concerned with dynastic questions, an

at least, we find that both of them issued orders protecting certain Jews in their territories. Y. BAER, *A History of the Jews in Christian Spain*, tr. L. SCHOFFMAN, Philadelphia, 1966, vol. 1, p. 52; C. ROTH, *A History of the Jews in England*, Oxford, 1941, p. 6. He made an excellent informant about Muslim and Jewish religious practice, since he was fluent in Hebrew and Arabic and could draw on rabbinic and cabbalistic material, for example for his anti-Jewish writings after his conversion.

7. O. NEUGEBAUER, *The Astronomical Tables of al-Khwarizmi* (etc.), Copenhagen, 1962. The material is extracted from writings he had prepared for the French Peripatetics. *Ibid.*, p. 232.

8. It is possible that Adelard was from a Lorraine family. At all events, he belonged to a circle of clerics associated with two men of Lorraine, Robert Losinga, Bishop of Hereford, and Walcher, Prior of Malvern. Both were expert in mathematics and astronomy. The most valuable modern work on Adelard is CHARLES BURNETT, ed., *Adelard of Bath. An English Scientist and Arabist of the Early Twelfth Century* (Warburg Institute Surveys and Texts, XIV), London, 1987. For biography, see the chapter by MARGARET GIBSON, pp. 7-16.

9. See my chapter «Some Norman horoscopes» in C. BURNETT, ed., *op. cit.*, p. 147-161.

obligation by the barons to pay homage to the king's son, the possibility of an invasion, and so on.¹⁰ One horoscope might concern Henry, son of Geoffrey of Normandy, and the possibility of a transfer of Normandy in 1150, to the boy who would eventually become Henry II of England. Henry was almost certainly the person to whom Adelard of Bath dedicated a treatise on the astrolabe, perhaps in 1149.¹¹

Whether or not these works were by Adelard, they show that there was at least one intelligent scholar using astrology in political circumstances in Norman England. The transfer of an ancient and Islamic tradition of this kind had therefore well and truly taken place in northern Europe by the mid-twelfth century. I suspect that when the astrological form of divination arrived on the scene, it simply stepped into the place of existing magical practice. Both magic and astrology had the same general function of explaining things that could not be otherwise explained, and both were involved in practices for bringing about things that one wishes to happen. In short, both had explanatory and pragmatic, even social, functions.

4. Frederick II and Michael Scot, «Magician»

At the second important point of European contact with Islam, namely Sicily, the emperor Frederick II (1194-1250) played a central role. He had spent much of his childhood in Sicily, and had spoken Arabic with his childhood friends.¹² The island had been under Arab domination from 902 to 1091, and after its conquest by the Normans it became a natural meeting point for Greek, Arab and Latin cultures, so that it comes as no surprise that Frederick not only promoted the sciences generally, but is said to have employed a court astrologer and magician, Michael Scot (c. 1195-c. 1235).

Is this true? Michael Scot himself claimed to be a faithful astrologer to Frederick.

10. Stephen was on the English throne from 1135 until 1154. He claimed to be heir to Henry I, but his Anjou descent represented to many a disturbing change of dynasty. One horoscope mentions an obligation by the barons to pay homage to the king's son, presumably Stephen's son Eustace (d. 1153). One horoscope relates to a question concerning a deceased count: this would have been highly topical since Geoffrey Plantagenet, Count of Anjou, second husband to Stephen's rival Matilda, had died eight days earlier. Another horoscope concerned the coming of a certain person to England.

11. It seems likely that he taught Henry whilst the boy resided at Bristol, and looked on him as a future English hope. Adelard mentions two Arabic authors in the astrolabe treatise, one the Cordoban astronomer al-Majritī (d. 1007), and the horoscopes seem to rely on tables for Cordoba —perhaps brought to England by Petrus Alfonsi. The only other known English astronomer of the time capable of doing the necessary calculations is Robert of Chester, and he had no clear royal connection. There is, however, a charter of king Stephen drawn up between 1135 and 1139 that was witnessed by a certain Adelard de Bath'nian', and this was very probably Adelard of Bath. See the comments by C. BURNETT, *op. cit.*, p. 4, and his chapter cited in n. 10 above.

12. Having been excommunicated in 1227 for not embarking on a crusade, he exercised diplomacy which the Arabs had cause to respect. He received various gifts from the Sultan of Damascus, al-Ashraf, in 1232, including some sort of planetarium of gold, stellated with gems, which it is said he valued next to his son Conrad. This was lost when he was humiliated by the citizens of Parma in 1248. For more details see «Opus quarundam rotarum mirabilium», reprinted in my *Stars, Minds and Fate*, London and Ronceverte, 1989, p. 162-164. On Frederick see, for example, E. KANTOROWICZ, *Frederick the Second, 1194-1250*, London, 1931.

Although there are no documents proving this, the Parmesan chronicler Salimbene calls him «astrologer to the Emperor», and Dante calls him «a practitioner of magical tricks».¹³ In fact Salimbene also associates his name with a prophecy in verse on the future of several northern Italian towns. Of these two characterizations, I think Dante's came nearer the mark.

How much Michael Scot depended on the emperor, and whether he resided at Frederick's court, are unknown, but the tenor of the advice he is likely to have offered may be judged from his writings.¹⁴ His *Liber introductorius* and his *Liber particularis*, both said to have been written at Frederick's request, are a pot-pourri of astronomy, astrology, meteorology, physical geography, and other lore.¹⁵ Michael informs us, for example, that he used to advise the Emperor that «if he wished clear counsel from a wise man, he should consult him in a waxing moon and in a human and fiery or aerial sign of the zodiac».¹⁶ This suggests astrology of a technically weak sort. Michael was obviously much more at home when he was allying astrology with a doctrine of incantation, and the conjuring of spirits.¹⁷ It is not our task to define the correct attitude of a thirteenth-century scholar to his subject, but we should at least take note of the apparent poverty of mathematical content in Michael Scot's works.

5. The Diffusion of Astrology in the Late Middle Ages. Court Physicians and Calendar-Makers

From this time onwards, many European courts seem to have had advisers with a knowledge of the newly arriving sciences. They were not always astrologers as such. Vincent de Beauvais, for example, a Dominican who held a position in the Cistercian abbey of Royaumont, and served Louis IX as royal chaplain, librarian and tutor to the royal children, took a critical view of both demonology and astrology. It is quite obvious that he believed in both of them. When he condemned them, it was with arguments that had been circulating since the time of the Church Fathers.¹⁸ Such sceptics as Vincent would not have protested so much had there been nothing to protest against.

13. *Inferno*, c.20.117.

14. He dedicated a translation of Avicenna to Frederick in 1232; but he had an income from benefices in Britain.

15. See the brief account in C. H. HASKINS, *Studies in the History of Medieval Science*, 2nd ed., Cambridge, Mass., 1927, p. 292-298. On Scot generally: LYNN THORNDIKE, *Michael Scot*, London, 1965; and J. W. BROWN, *An Enquiry into the Life and Legend of Michael Scot*, Edinburgh, 1897.

16. L. THORNDIKE, *A History of Magic and Experimental Science*, vol. 2, New York & London, 1923, p. 326.

17. In this he was not unusual. A far worse example of a high ecclesiastic with such views was William of Auvergne, bishop of Paris from 1228-1249, who nevertheless spoke out against judicial astrology.

18. See his *Speculum naturale*, his *Speculum doctrinale*, and his *Speculum historiale*, for example.

Certainly by the end of the thirteenth century astrology was an accepted part of court life. One can see this from its increasing use in illuminated ecclesiastical calendars, of a sort that only the wealthy could afford.¹⁹ The fullest examples gave at first only simple calendar information, saints days, sunrise and sunset, the phases of the Moon, eclipses perhaps, and medical information such as the best time for bloodletting (phlebotomy). As time went on, more and more astrological information was added.

One such calendar was prepared by Guillaume de St Cloud in 1296 for queen Marie of France.²⁰ In England, Richard of Wallingford, like all other abbots of St Albans, was often expected to act as host to the royal household, so it is not entirely surprising that he too seems to have written on nativities in the margins of a calendar, perhaps one written for Philippa, wife of Edward III.²¹ At the end of the fourteenth century two English friars wrote calendars that were to be mentioned and used by the poet Chaucer, but both were expressly royal calendars.²² There were of course many others, and I mention these as prime examples of a relatively modest astrological tradition —modest in the sense that it was free from the worst excesses of what we now deem to have been superstition. And the astronomical content was relatively high.

6. An Intellectual Power-Struggle. The Sceptics

This is an important point. Most of the information we have from royal courts, and from university circles where the expertise was obtained in the first place, suggests that astrology was a fairly sober activity. The number of horoscopes surviving from before the end of the thirteenth century is small, possibly suggesting that the personal element was as yet little developed, but even so, many theologians were beginning to worry about developments.²³

19. In the best known example, the *Très Riches Heures* of the duc de Berry, illuminated by the brothers Pol, Hermant and Jehannequin of Limburg in the early fifteenth century, the astrological content is minimal and the quality of the book is quite exceptional.

20. *Kalendarium regine M(arie) per G(uilielmum) de Sancto Clodoalde*. See P. DUHEM, *Le Système du Monde*, vol. 4, p. 10-14.

21. Evidence for his authorship is circumstantial: there is simply no other likely candidate for authorship among the abbots of St Albans. See my *Richard of Wallingford*, vol. 2, 1976, p. 371 ff.

22. One of them was dedicated by the Carmelite Nicholas of Lynn to John of Gaunt, prince and duke of Lancaster. The other was by John Somer, a Franciscan, who composed it for Joan, widow of the Black Prince, and mother of the English king Richard II. Both calendars ran from 1387 onwards. For more details, see my *Chaucer's Universe*, Oxford, 1988, p. 87-133, etc.

23. The most famous moves of censure were those by Etienne Tempier, bishop of Paris, and Robert Kilwardby, archbishop of Canterbury, in 1277, but there was far more than astrology at issue in their edicts. These were hastily prepared and directed against Aristotelian «scientific» tendencies generally. Tempier issued 219 propositions that were not to be taught. Kilwardby followed with thirty. They covered grammar, logic and natural philosophy generally. Peter Conflans, a Dominican, replied, and Kilwardby's response survives. Kilwardby was made a cardinal a year later, but died in 1279.

What they regarded as particularly dangerous was the idea that if the movements of the stars are predetermined then the same holds true of human fortune —at least as long as the one is believed to be caused by the other.

This theme of determinism was an important issue in two works with an anti-astrological flavour, both written for royal consumption, one by Thomas Bradwardine for Edward III of England and one by Nicole Oresme for Charles V of France. The works were very different in character, and it is of some interest to see how the two kings were being intellectually advised.

Bradwardine (c. 1290-1345) was an established scholar at Merton College Oxford who entered into the circle of Richard de Bury, then bishop of Durham, around 1335. He became confessor to the king, accompanying him on campaigns, perhaps in Flanders and certainly in France, in 1346. He became archbishop of Canterbury in 1349, but died a few weeks later in the Black Death. Bradwardine had twice dealt with the question of predestination,²⁴ and his solution is a specifically determinist one: he places responsibility for everything on the will of God, within the limits of which we exercise our free will.

Nicole Oresme (c. 1320-1382) was likewise a scholar who straddled the worlds of university, church and court. He became Grand Master of the College of Navarre in 1348, and was later Professor of Theology there; and he was made bishop of Lisieux in 1378 and died in that office in 1382. Oresme wrote against astrology. His *Tractatus contra astrologos* was not widely known, except through the writings of others,²⁵ and his *Livre de divinacions*, written in French between 1361 and 1365, is in many ways more interesting. He there presents astrology as an art natural to kings, alluding to Ptolemy, «king of Egypt», to Albumasar, and to «king Neptanabus», all of them «sovereign astrologers».²⁶ He sets the scene in the opening paragraph, however, where astrology is said to be most dangerous to those of high estate, in whose hands government falls.²⁷

Philippe de Mézières also writes in French, but he claims to do so in order that the common people may learn how to avoid astrological nonsense. Brave words, but when we

24. First in a quaestio entitled *De futuris contingentibus*. His attack on the nominalists (the «Pelagians») in his great treatise *De causa Dei* is more famous. The full title in its later printed form (London, 1618) is *De causa Dei contra Pelagium et de virtute causarum ad susos Mertonenses*. See GORDON LEFF, *Bradwardine and the Pelagians* (Cambridge, 1957).

25. Pierre d'Ailly used it in his writings against false prophets, and Philippe de Mézières made use of it in his *Songe du vieil pelerin*.

26. *Ibid.*, p. 151.

27. «Mon entencion a l'aide de Dieu est moustrer en ce livret par experience, par auctoritez, par raison humaine, que fole chose, mauvaise, et perilleuse temporelment, est mettre son entente a vouloir savoir ou deviner les aventures et les fortunes avenir, ou les choses occultes, par astrologie, par gromance [geomance], par nigromance, ou par quelxconques tielx ars, se on les doit appeller ars, mesmement telle chose est plus perilleuse a personnes d'estat comme sont princes et seigneurs auxquels appartient le gouvernement publique.» The text is given in G. W. COOPLAND, *Nicole Oresme and the Astrologers. A Study of his Livre de Divinacions*, Liverpool, 1952. See p. 50 (for this) and 62 (for the following quotation), and p. 149-172 for hitherto unpublished astrological portions of the *Songe (Dream)*.

continue reading his work we find that he regarded certain kinds of astrological prediction as perfectly possible. His is a view that was almost universal among medieval intellectuals: astrology is scientifically possible but spiritually dangerous, although it cannot do anything that stands in the way of human freedom. Dangerous though it may be, Philippe believes that kings and princes should study astrology, for it is a noble science. Nobles and princes should know more of what is good and beautiful than anyone else, he says, citing Vegetius' *Book of Chivalry*.²⁸ He lists several kings who knew the subject well, and he recalls that Aristotle, the supposed author of the *Secret of Secrets*, advised Alexander the Great to do nothing without first consulting an astrologer. It is a minor consideration that the *Centiloquium*, a text wrongly ascribed to Ptolemy, says that the best astrologers come from southern lands, so that Frenchmen and Englishmen can have little profit from astrology. The broad message is that astrology is a science fit for princes, but not for commoners.

7. Positive Astrology at the French and English Courts in the Late Middle Ages

Opinions differ as to whether Oresme was ever tutor to Charles v. Certainly the library of that prince in the Louvre contained numerous astrological works. That simple fact might not have distinguished it from the best scholarly libraries of the time elsewhere, but we know a little more of the strength of the royal interest from a manuscript formerly owned by Charles, but now in the library of St John's College, Oxford.²⁹ It was written for Charles, and apart from various astronomical and astrological works contains a collection of five horoscopes, very carefully drafted, one for Charles himself and the others for four of his children.³⁰

Nativities like these were usually cast at the time of birth, as a guide to future fortune and character, but nativities were not meant to be interpreted only once. If they were carefully preserved, as in this case, a natal horoscope could be consulted by the physician-astrologer at later stages in a person's life, for example, to pronounce on the probable course of an illness. It is a sad thought that those of Charles' children must have been studied very closely, since most of them died of disease prematurely.

It became a habit in the late Middle Ages, and afterwards, for astrologers to collect together horoscopes of the famous. Emanuel Poulle has discussed a manuscript now in the Bibliothèque Nationale that contains a triple collection of about sixty figures in all. Among them are horoscopes of Henry VI of England possibly done by Jean Halbout de Troyes, minister gen-

28. *Ibid.*, p. 62.

29. This has been well discussed by Emmanuel Poulle.

30. The future Charles VI, b. 3.12.1368; Marie, b. 27.2.1371; Louis, future duc d'Orléans, b. 12.3.1372; Isabelle, b. 23.7.1373. E. POULLE has argued plausibly that since Marie died in 1377, and a horoscope is unlikely to have been prepared for a deceased child, the collection dates from the period 1373-7. See his «Horoscopes princiers des XIVe-XVe siècles», *Bulletin de la Soc. Nationale des Antiquitaires de France*, 1969 (séance du 12 Février 1969), p. 63-77. Poulle notes the value of these horoscopes for purposes of fixing the date of Charles' birth, but notes the artificiality of the timing of the supposed moment of birth, arrived at by the process known as animodar.

eral of the Trinitarians. Others in the collection are for Jean, duc de Bourgogne, Jean, comte d'Alençon, and other nobles, and one for John Fastolf—Shakespeare's character Falstaff.³¹

What is of great interest here is that the collection as a whole was apparently made in an attempt to find an astrological explanation for political events. There are anniversary horoscopes for the duc d'Orléans that relate to his assassination in 1407 by the duc de Bourgogne. Eclipses of the Sun and Moon in that year, and a conjunction of Jupiter and Saturn in 1405, were related to the possibility of a dynastic change such as the one that had taken place around 988, when the nobles of France had given the crown to Hughues Capet. It was calculated that a Saturn-Jupiter conjunction had taken place then, just as on 1 June 1325. On the second occasion it was supposed to have heralded the accession of Philippe VI de Valois—although this came about only three years later! Other astrological phenomena with suitably delayed actions were introduced. The feeble character of the exercise must have been evident to the person who collected the material. By the time of the last cluster (1437) Charles VII had made his triumphant entry into Paris, and the astrologer thought it desirable to make a thorough analysis of his birth horoscope. Charles VII is apparently the only French king of the Middle Ages on whom such a commentary is now extant.³²

In later horoscopes there are references to «king Henry of France» and «Charles who calls himself king of France».³³ The writer comments further on an adverse judgement made by Roland l'Escrivvain (Roland Scriptoris) on a horoscope for the crowning of Charles VII. Roland's analysis was already confused in the Middle Ages with a prediction, supposedly made in his youth, of the advent of Jeanne d'Arc.³⁴ Again, it was easier to make astrological judgements after the event. No less interesting is the fact that so much effort was being put into dynastic astrology. In view of the prospects for the downfall of the English cause in France one may suppose that this emphasis on dynastic analysis is not surprising.

Roland l'Escrivvain was primarily a physician, and his career is of interest in this connection. He was a master of arts and of medicine, seemingly from Lisbon, who had served John duke of Bedford as physician.³⁵ But Roland was like so many other scholars in history

31. POULLE, *op. cit.*, p. 69-71. Cf. L. THORNDIKE, *A History of Magic and Experimental Science*, vol. 4, 1934, p. 99-100. The dates of the horoscopes fall into clusters: 1407-8, 1426-7, and around 1437. The Hundred Years War between England and France was still festering, but Philippe le Bon's alliance with Charles VII by the treaty of Arras in 1435 had marked a serious reversal for the English by the time the last cluster was done.

32. POULLE, *ibid.*, p. 73.

33. The last group is concerned, among other things, with a suitable date for a marriage of Jean II d'Alençon: 5 March 1437 was judged favourable. The duke did indeed marry Marie d'Armagnac, but on the last day of April, no doubt having his own reasons.

34. POULLE, *ibid.*, p. 74.

35. The information comes from an astrological geomancy he composed that is now in the British Museum. Roland addresses the duke of Bedford in a six-part astrological physiognomy, of which at least two copies survive. The duke died in 1435, placing this service earlier than his other interpretations. The geomantic work is in Sloane 3487, and the physiognomy in Oxford, St John's Coll. MS 18, and British Library, MS Royal 12 G XII. See THORNDIKE, *ibid.*, p. 143.

have been, a weather-cock, turning with the political wind. Like any other astrologer anxious to raise his reputation he had to prove that he possessed a better system than his rivals. He entered into some academic disputes that might seem to us to be absolutely piffling, but they were not so at the time. They all concerned scientific credibility, and that in turn meant patronage.³⁶

8. Astrology as a source of Political Power

It is clearly somewhat misleading to speak as though there were «astrologers in the service of kings», since astrology was not in any sense a full-time activity. Every medieval king had his medical advisers and every university-trained physician had some knowledge that one would describe as astrological. Every king therefore had his astrologer, in that simple sense. Astrology, however, covers a multitude of sins, from blood-letting to meteorology, from casting nativities to making prognostications about wars, from analysing history through the occurrence of great conjunctions to predicting the end of the world from sightings of comets. In a sense, doing any of these things amounted to the exercise of power. I can quite imagine that blood-letting was for some patients almost as terrifying as an announcement that the end of the world was at hand. (In some cases —Descartes', for instance— the two amounted to the same thing.)

What sort of power might a scholar hope to gain by the practice of astrology? Many, in the past as now, would have said that they did not want power. Employment, perhaps, a warm room, enough to eat and drink, but not power. Power suggests more: it suggests the use of other people for one's own ends.³⁷ Whether a person thirsted for power of this kind will have depended on character and circumstance, and it is foolish to generalize about such imponderables. One way or another, like any other scholar seeking royal employment, he must persuade the ruler that he has rare expertise, and that he can do something important that others cannot do. He must make sure that the interpretation of what he says is difficult, without encouraging royal neuroses that could be positively deadly.

There is a dilemma here, however, for the bottom line of the argument must not be too difficult to understand, if action is to be taken. «Go to war on Friday next.» This at least

36. It is a curious fact that at the very time that Roland was paying so much attention to the affairs of Charles VII, namely 1437, he entered into a public controversy with a theologian, Laurens Muste, on a question of the suitability of a certain day (2 January 1437) for blood-letting. The great question reduced to one of deciding whether the day should be marked with a cross in the almanac, or only half a cross. The rector and university appointed two arbitrators, who no doubt after many hours of deliberation formulated a masterly compromise. They decided that the alternatives were equally acceptable. This most certainly did not mean that the arbitrators were in any way astrological sceptics or that they undervalued the art of phlebotomy. On the contrary, the care they gave to the judgement shows how serious was the entire game to them. THORNDIKE, *ibid.*, p. 140-141, has more information on this episode, drawing on BN 7443. They recommended a large almanac rather than a small one, for the sake of accuracy in placing the all-important Moon in the calculation.

37. One might define power more generally, but in the end one comes back to the same point. To be able to determine the future course of society is to be in possession of power. However, whether you alter society in a gentlemanly way or not, what you are doing involves the manipulation of other people.

must be reasonably explicit, although of course a little ambiguity might prove to be useful if things go badly wrong, as they often did—at the siege of Parma by Frederick II, for instance. An instance of flexibility of interpretation was when Cornelius Agrippa von Nettesheim forecast that the Constable de Bourbon would succeed in his attack on Rome in the spring of 1527. He omitted to say that the constable would be killed in the first assault on the city.

Power over the person of the prince, obtained through the astrologer's possession of a supposed source of secret knowledge, is a very real sort of power, but this, the «Rasputin effect», is not peculiar to astrology. Knowledge of the future is a powerful thing, and to the true believer a personal horoscope that is sincerely believed no doubt chills the blood. But there are other sorts of power. Astrology has always been concerned with the fates of nations. Geoffrey Chaucer was alluding to this very strong tradition when he wrote his *Troilus and Criseyde*, into which he wove the same doctrine of great conjunctions as that I mentioned earlier. His courtly audience would have experienced a frisson of excitement when they drew parallels between the fall of Troy in the story and the possibility of the fall of London in their own time. Then again, the doctrine of great conjunctions was often applied to the rise and fall of religious sects. How pleasant to think that the fall of Islam might be at hand! The prestige of the astrologers who could explain these things must have been high, but even predicting the fall of Islam was not something to keep a man in business for long. He needed a second profession, and a man who was a trained physician had more or less a guarantee of employment.

Astrologers were of course occasionally more than innocent interpreters of the heavens. Like Karl Marx, the scholar often wished not only to interpret the world but to change it. For some examples of the exercise of scholarly power to focus spiritual celestial influence on the world here below, it is instructive to consider the English court during the Wars of the Roses. English royal horoscopes are not especially common, but there are more than twenty surviving medieval examples,³⁸ and their mathematical accuracy provides a measure of the quality of advisers. The quality improved in the fifteenth century, beginning with the figure for Henry VI (1421), but with notable technical lapses in later examples.³⁹ For instance one Cambridge astronomer⁴⁰ prepared a horoscope for Edward IV, who was born in Rouen, using tables appropriate to Norwich, many miles to the north.

Does the existence of these royal horoscopes tell us anything about the royal concern with astrology? Does the chart of a patient's temperature, placed at the foot of a hospital bed, tell us anything about the patient's concern with medicine? In both cases, the individual

38. They include figures for Edward II and III, Edward the Black Prince, Richard II, Henry V and Henry VI, and Edward IV and V—in other words, for every king born between 1284 and 1470 except Henry IV. I know of only a French figure for Henry IV.

39. It is interesting to see how in the sixteenth century standards outside royal circles declined right across Europe, with a period of mass-production: these things were very tedious to calculate. An example of a royal astrologer in too much of a hurry to include much detail is Girolamo Cardano. See my *Horoscopes and History*, p. 142.

40. John Argentine, Provost of King's College Cambridge and a royal physician who owned many fine astrological books.

is doing no more than submit to the superior wisdom of the scientist. Having a horoscope cast was viewed by some princes with suspicion, rather in the way that having one's photograph taken used to be regarded by primitive peoples. The question asked is: what will be done with the «image», the resulting encapsulation of the subject's very being?

There was perhaps most reason to worry near the magical fringe of astrology, where there was belief in a power that came from illicit sources. This was a serious spiritual problem that posed an intellectual challenge to theology, but to the prince who lived in fear of his enemies it could be very worrying indeed.

9. Punishment by Death. The Hazards of Court Astrology (1441, 1447)

There are one or two salient points to be made here. Christianity had been founded in a world where magic was commonplace. An early stand was taken against magical practices,⁴¹ but old practices survived, and the vast number of medieval prohibitions show that while many sorts of magic were condemned, others were actually sanctioned. Contacts with the East, for instance during the Crusades, clearly led to a growth in the use of amulets and charms for personal protection and the cure of ills of many sorts.⁴² And then, with the spread of classical and eastern astrology, magic came in at its fringe.

Renaissance humanism, ostensibly directed against medieval styles of thought, actually encouraged magic, where it was found endorsed by suitably classical texts. The Reformation's emphasis on the living power of the Word, while meant to work against superstition, merely served to stress the fundamental split between two sorts of spirits, harmful and beneficent, demons and angels, that could in principle be invoked in similar ways, that is, by the use of words. The early neo-Platonists had tried to formulate a philosophical theory of popular magic, and the Church adopted many of their views, for example those of John Damascene. There are many problems of definition in discussing magic, but always there is some sort of distinction between licit and illicit, white and black, harmless and offensive. This distinction was later transferred to magic practised in ways that we should now be inclined to see as scientific, natural magic, which was spiritually harmless. In fact it is perhaps useful to draw a triple distinction between white magic, in the sense of dealing with good spiritual powers (as when using holy relics or holy water or the sacrament or scapularies), black magic, dealing with demonic powers, and natural magic, dealing with physical powers that may be mysterious but that are handled in essentially physical manipulations.

There is a good English illustration of the dangers of meddling with magic from the year 1441, when Eleanor Cobham, duchess of Gloucester, was accused with two clerks, Roger Bolingbroke and Thomas Southwell, and a woman named Margery Jourdemayne, known as the Witch of Eye, of conspiring to bring about the death of the king, Henry VI. The duchess fled to sanctuary at Westminster, and was later imprisoned for life; Southwell died in

41. As we learn from *Acts* 19:19. There we are told that as a result of Paul's preaching, magical books worth 50,000 pieces of silver were publicly burned at Ephesus.

42. In the Catholic church medals are still struck for use at shrines, on pilgrimages, and in festivals, and many people still carry images of various sorts for their supposed protective power.

gaol; Bolingbroke was hanged, drawn and quartered, after being exhibited «with the vestments of his magic and with waxen images, and with many other magical instruments»; and the witch was burned as a relapsed heretic.

The crime was the use of necromancy and the black arts, but the men were practised astrologers, indeed senior scholars from Oxford.⁴³ It was very unfortunate for the two Oxford men that the king appointed two Cambridge men—one a royal physician, the other chancellor of Cambridge—to look into the question. Both interpreted the Oxford men's horoscope as having predicted the king's death. One of the interesting aspects of the case is that it seems that the king might have been playing off scholars from one university against scholars from another.⁴⁴

This entire episode illustrates the principle that astrology was potentially dangerous—more so than even medicine, since it covered many more human situations. The two scholars' reports had not been overtly treasonable, but the very ambiguity of astrological interpretation that provides it with what one might see as its perennial commercial strength in this case allowed their report to be interpreted as hostile to the king. The two scholars had made the mistake of advising the king's enemies, and so they paid the price. This happened often enough to others in the shadow of the court, in other connections, and is to that extent not surprising. What is more interesting is the high degree of seriousness with which the whole case was investigated, the crown calling on expert advisers, and the whole case being written down by an anonymous author who, while fair, was also in deadly earnest.

Another rather similar case of treason occurred in 1477, and again it involved two Oxford astronomers. John Stacy and Thomas Blake were both from Merton College, and they had answered a query from a friend of the king's brother. Would the king die? According to the legal charge, they began by trying to discover the future; but later they supposedly used magic, necromancy and astronomy to actually cause the death and destruction of the king, Edward IV, and the Prince of Wales.⁴⁵ Blake was pardoned at the request of the Bishop of Norwich, but Stacy was executed at Tyburn.

In 1485 another astronomer of great talent, Lewys of Carleon, almost met the same end.⁴⁶ He escaped with a period of imprisonment in the Tower of London—and in the peace

43. Southwell was an Oxford graduate in medicine and Bolingbroke was the head of a hall in Oxford. They had cast a figure for the king which could be interpreted as predicting his imminent death. One might think that any horoscope can be interpreted in almost any way you like, if you twist your reasoning enough, but Bolingbroke produced a text with far too much circumstantial detail for the sake of comfort, such as that if one asks a question concerning an ill subject, and the lord of the first house is in the eighth mundane house, then the man will die. He went on to discuss childbirth and other matters, relevant because the duchess at her trial admitted that she had indeed consulted Bolingbroke, but only to get help in conceiving a child by the duke her estranged husband—this was Duke Humfrey of Gloucester, founder of the Oxford library that goes by this name.

44. For a longer account see HILARY M. CAREY, *Courting Disaster*, 1992, p. 138-153 and for further technical details see my *Horoscopes and History*, p. 143-149.

45. See CAREY, *ibid.*, p. 155-156.

46. He was physician to many of the nobility in the Lancastrian faction in the English civil wars, the Wars of the Roses, in 1485 at the time of a conspiracy to overthrow the Yorkist king, Richard III.

and tranquility of that place he used his time to great advantage to produce numerous astronomical tables.⁴⁷

There is an old rule of diplomacy that one does not kill the messenger for unpalatable news, but this rule has often been most evident in the breaking of it. And so in astrology. Causing the death of the ruler and predicting it may today seem to be very different things, but astrology could be used in a form of psychological warfare, to turn cause into effect, so to speak. In 1499, Thomas Murner, a German satirist, published an invective against certain Swiss astrologers who had predicted the death of the emperor Maximilian.⁴⁸ On the part of the Swiss, this was merely a case of wishful thinking. One is reminded of a remark by Ibn Khaldun, in his *Introduction to History*: astrology, he said, by discovering signs of crisis, encouraged the enemies of the dynasty. Astrology should for this reason be forbidden.⁴⁹

10. Astrologers and the Fashion for Foreign Advisers

The main centres of astrological learning by the fourteenth century were Paris, Oxford, and Italy. Italian princes were no less active in patronizing astrology than their northern cousins. They began their wars, they received foreign embassies, they laid foundation stones, and dedicated their churches, all with respect to the state of the heavens.⁵⁰ Guido Bonatti advised nobles and warlords, in particular the Ghibelline leader Guido da Montefeltro. The times of the crowning of popes were calculated by astrologers. Leo X (formerly Giovanni de' Medici) was particularly beholden to astrologers, and had patronized them long before he became pope. Many supposedly correct predictions were made concerning his period of office.

With the founding of numerous universities in the following century astrology snowballed in importance—let us not forget that every scholar in arts was trained in basic astronomy. Princes could at last buy the services of astrologers almost as easily as they can now buy computers. The field from which they had to choose was now much greater than it had been in the earlier Middle Ages, and another principle came into play, not of power but of intellectual fashion. Let me focus on two aspects of fashion. First on intellectual hierarchy, and second on the fashion for looking abroad for one's scholars.

As is widely recognized, in medieval Europe knowledge was ordered in a hierarchi-

47. See my Richard of Wallingford for further details of them.

48. THORNDIKE, vol. 4, p. 482.

49. «Further, astrology often produces the expectation that signs of crisis will appear in a dynasty. This encourages the enemies and rivals of a dynasty to attack it and revolt against it. We have personally observed much of the sort. It is, therefore, necessary that astrology be forbidden to all civilized people, because it may cause harm to religion and dynasty». IBN KHALDUN, *The Muqaddimah. An Introduction to History*. Trans. FRANZ ROSENTHAL, Princeton Univ. Press, p. 262. This comes in the midst of «A refutation of Astrology. The Weakness of its Achievements. The Harmfulness of its Goal».

50. The Piazzini chapel and the sacristy of San Lorenzo, the Salone Palace in Padua, and the Schifanoia Palace in Ferrara are all places decorated with astrological painting related to particular historical events.

cal way and so, therefore, were its practitioners. Knowledge was given by God, and so theology was put at the top of the pyramid. Astrology came well down most of the published hierarchies, if it was there at all, but the feeling that it was a somewhat inferior branch of learning, was one that faded as medieval astronomers became more skilled and more distanced from other scholars.

The second change in fashion concerns the widespread feeling that foreign scholars are somehow superior to one's own, that the grass is greener on the other side of the fence. The list is endless. We find, for instance, Charles V of France summoning the Italian Thomas de Pisan (father of Christine) to his court as astrologer. More than a century later an Italian astrologer-physician, William Parron, was employed at the court of Henry VII of England,⁵¹ while Henry VIII used the services of the Bavarian Nicolaus Kratzer, a friend and collaborator of Hans Holbein, who was of course also in Henry's service. There was no shortage of good English astronomers, although Kratzer brought a few new ideas with him. His predecessor Parron had another great virtue, for he had a long list of publications. In fact he consolidated a fashion for political prognostications in England, and published the earliest printed version of such a thing.⁵² The tradition of publishing such predictions annually continues to the present day in most western countries. At the end of the fifteenth century we find the same sort of love for foreign fashion at the court of the Holy Roman Emperor Frederick III. There Johan Kanter was employed from Groningen. There are many more examples of this phenomenon of employing scholars from other countries, and I suspect that if analysed they would reveal that the choices were made not on the basis of technical excellence but ideas that were judged exotic and foreign.

11. Conclusion

Being a court astrologer brought with it much the same pleasures, rewards, and dangers as those experienced by other satellites to the court. The power exercised was perhaps subtle but it was rarely very great. Much is known of courtly remuneration, and it is clear that far more court physicians died rich than did pure astrologer-scholars. If astrologers kept any kind of power in play, it was because they could exploit human ignorance. We know much more about the exercise of this last type of power from the later practice of astrologers at a much lower point in the social scale, especially from the seventeenth century onwards. By then, astrology was splitting into two parts. In university circles it was becoming less speculative, less concerned with the sillier excesses of eastern prognostication of human affairs, and more concerned with empirical matters such as medicine and meteorology. It failed to produce results, and so it eventually died. A new profession was growing up, however, of astrologers serving the common people. The workings of this profession are much better documented than those of court astrologers, and it is clear that the psychology of the common man is much the same as that of princes.

51. See C. A. J. ARMSTRONG in *Italian Renaissance Studies* ed. E. F. JACOB, London, 1960, p. 433-454.

52. Printed by Winkyn de Worde in 1497.

Scientific astrology faded away gradually, but old literary habits showed greater resilience. Astrology has a long history of being used to colour literary style, and even to provide literary structures not to say royal adornment. For example, the notorious metaphor of Sun, gold, heart and king lived on to be exploited by the publicity managers of *Le roi soleil*. That imagery had a history going back at least to Babylon, and although by the seventeenth century it was more or less empty of scientific pretensions, it was still possible to use it with effect, in a very general and non-technical way, when writing treatises on kingship. Jean Bédé and Jean Bodin did so in France, and William Pemberton and many others did so in England. They were involved in a power game that had little to do with astrology, but they exploited language that was by this time so familiar and acceptable to their readers that it was rarely questioned.

The political power of the astrologer was never that of a Napoleon, and rarely approximated to the power of a Rasputin. Even when it was backed up by highly technical calculation, it worked at a deeper level in people's minds, and usually as a force for preserving the values that were ensconced there already, traditional values. The fact remains, that the court astrologer was in a special position since, as Shakespeare has it in his *Julius Caesar*

When beggars die there are no comets seen,
The heavens themselves blaze forth the death of princes...

The link between princely powers and astrological conceits was one that was simply taken for granted by most people, and so it remained until long after Shakespeare's death.

CIENCIA Y POLÍTICA EN LOS ORÍGENES DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA EN ESPAÑA

Santos Casado

Residencia de Estudiantes. Madrid.

Palabras clave: *historia ambiental, conservación de la naturaleza, parques nacionales, Eduardo Hernández-Pacheco.*

Paraules clau: *història ambiental, conservació de la natura, parcs nacionals, Eduardo Hernández-Pacheco.*

Science and politics in the origins of nature conservation in Spain.

Summary: *The first period of nature conservation in Spain started in 1916, when the National Parks Act was passed, and lasted until the Civil War of 1936. Different traditions were present in this early conservation movement, including aristocratic taste for big game, forest management by forestry engineers and knowledge and appreciation of nature by scientists. Pedro Pidal, marquis of Villaviciosa de Asturias, was the man responsible for the creation of the parks. He was a sportman and a conservative politician. A Central Board for National Parks was created, headed by Pidal. But other people participated in the development of the conservation policy. Geologist Eduardo Hernández-Pacheco had a chief role in this process, embodying a progressive, democratic and science-based point of view, in accordance with other european conservation experiences.*

Key words: *environmental history, nature conservation, national parks, Eduardo Hernández-Pacheco.*

La conservación de la naturaleza ha estado ligada desde sus orígenes al sentimiento y la emoción, a una relación con entornos y objetos naturales emparentada con la que establecemos con el arte y la belleza. Así, en los primeros movimientos de protección de espacios naturales abundaron argumentos que los comparaban con los monumentos históricos y artísticos, reclamando para aquellos la misma salvaguarda que las naciones civilizadas prestaban a estos. Al tiempo, en el conservacionismo ha habido siempre una clara presencia de lo científico en general y de las ciencias naturales en particular. No tiene por qué haber contradicción en ello. Arte y ciencia, conocimiento y sentimiento, no son términos necesariamente antagonicos y la historia muestra cuán frecuentemente se han establecido influencias recíprocas.

En realidad, la conservación de la naturaleza, en la medida en que supone la adopción de medidas legales o técnicas concretas, ya comporta, por sí misma, un paso de lo estético a lo práctico. Surge la necesidad de acopiar información de campo, establecer criterios de discriminación o adoptar medidas de protección, y en todo ello los científicos están llamados de forma natural a desempeñar un papel relevante. No sólo los científicos, por supuesto, pero ellos también.

¿Qué ha ocurrido a este respecto en la pequeña historia española de la conservación? Pues que el concurso de algunos científicos, concretamente naturalistas, ha tenido una parte importante en la introducción y la adopción de ideas y prácticas conservacionistas, desde los mismos orígenes de este movimiento hasta la actualidad. No se tratará aquí de analizar el conjunto de esta historia sino tan solo de hacer algunos apuntes sobre sus comienzos, es decir, sobre la etapa pionera que llega hasta 1936. Y en esa etapa hay un nombre entre los naturalistas que destaca de forma rotunda, el del geólogo Eduardo Hernández-Pacheco. Hay que apresurarse a subrayar que, si es de justicia reconocer a Hernández-Pacheco y a otros naturalistas el papel nada desdeñable que les cupo en los orígenes de la política conservacionista, hubo también otros protagonistas. Es más, la figura que en España fue realmente clave para que la conservación de la naturaleza pasara de la teoría a la práctica no fue naturalista ni científico. Fue Pedro Pidal, marqués de Villaviciosa de Asturias, político y alpinista, empresario y cazador, un hombre de acción en suma, del que afortunadamente sabemos ahora mucho más gracias a la excelente biografía que recientemente le ha dedicado Joaquín Fernández, atendiendo precisamente a su condición de conservacionista pionero (Fernández, 1998).

Este y otros trabajos han ido formando en los últimos años una incipiente bibliografía sobre el tema y permiten empezar a comprender el modo en que se desarrolló este interesante episodio de nuestra historia contemporánea, hasta hace poco sumido en el olvido. En efecto, después de una larga etapa de silencio, en la que quizá solo haya que exceptuar el libro de Guillermo Muñoz sobre los parques nacionales (Muñoz, 1962), los comienzos de la conservación de la naturaleza en España han sido objeto en las últimas décadas de unos cuantos estudios, hechos desde distintas perspectivas.

Fernando López Ramón, en su análisis jurídico de la protección de los espacios naturales y su evolución, se detuvo en los avatares legales y administrativos de la primera política conservacionista, valorando su significado político y técnico (López Ramón, 1980). Posteriormente, desde el ámbito académico de la geografía, han aparecido varios trabajos que se interesan por el conservacionismo como una de las propuestas más significativas de las que convergen en la España del primer tercio del siglo veinte en torno al territorio, sus recursos y sus problemas. Un estudio general de los primeros parques nacionales españoles con especial énfasis en Ordesa (Solé y Bretón, 1986), un análisis de las medidas de protección en el contexto de la ciencia y la política forestales (Gómez Mendoza, 1992a, 1992b) y, siguiendo esta última línea, un estudio de las propuestas de protección elaboradas desde la administración forestal (Mata, 1992), son algunos de sus resultados.

La conexión con el florecimiento de las ciencias naturales y el papel de los naturalistas en la conservación han sido objeto específico de otros trabajos (Casado, 1991, 1998) y de un apartado en un libro más amplio sobre los orígenes de la ecología en España (Casado, 1997). En este último analicé con cierto detalle los principales rasgos de la aportación de Eduardo Hernández-Pacheco, y en concreto su entendimiento de la conservación a través de «una figura de protección alternativa, más modesta y precisamente por eso más realista y fle-

xible», aplicando un «criterio científico y plural» e incluso «la idea de representatividad» y fomentando «una visión más democrática y educativa» (Casado, 1997: 396-411). Aunque no los cita expresamente, Josefina Gómez Mendoza ha coincidido recientemente con casi todos estos puntos al destacar la aplicación por Hernández-Pacheco de una «figura más modesta» y «más ajustada a la realidad del campo español» y su defensa de «la flexibilidad y la mayor representatividad» así como de «la apertura democrática» en el desarrollo de la política de espacios protegidos (Gómez Mendoza, 1999). En lo fundamental sigo considerando válido este esquema interpretativo, que será por tanto el que desarrolle aquí.

Antes hay que reseñar dos importantes monografías aparecidas en los últimos años, que han completado sustancialmente este panorama bibliográfico. Son una historia de los parques nacionales españoles desde sus comienzos hasta hoy, en la que se trata detalladamente la etapa pionera y la figura de Pidal (Fernández y Pradas, 1996) y, como natural prolongación de este trabajo, la antes citada biografía de Pidal, primera que aborda en profundidad la singular trayectoria de este personaje (Fernández, 1998). En ambas se aporta información relevante sobre la relación entre Pidal y Hernández-Pacheco, en la que hubo alternativamente colaboración y conflicto.

Con la ayuda de lo ya avanzado en toda esta literatura, en lo que sigue trataré de ofrecer una visión de conjunto de la participación que en el desarrollo de una mentalidad y una política conservacionistas tuvieron los naturalistas en general y, muy en particular, Eduardo Hernández-Pacheco.

1. Apuntes biográficos

Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan nació en Madrid en 1872 y falleció en Alcuéscar, provincia de Cáceres, en 1965. De familia extremeña, permaneció siempre unido a esa tierra, pero no a la tradición militar que habían seguido su padre y su abuelo (Real Sociedad Española de Historia Natural, 1954), la cual cambió por la de las ciencias naturales, en la que luego le iba a seguir su hijo Francisco.

Ese cambio se produjo cuando el joven Hernández-Pacheco, tras cursar el bachillerato en Badajoz, decide seguir la carrera universitaria de Ciencias Naturales, que estudia en Madrid y Barcelona y de la que se doctora en 1896 (Real Sociedad Española de Historia Natural, 1954). En esos años entra en contacto con un ambiente científico especial, en el que los estudios naturalistas han adquirido un notable dinamismo, gracias a la revitalización que habían experimentado desde hacía un par de décadas. Una revitalización en la que habían sido fundamentales asociaciones científicas como la Sociedad Española de Historia Natural, fundada en 1871, pero también la influencia de la Institución Libre de Enseñanza, un centro educativo fundado en 1876 por Francisco Giner de los Ríos con la ayuda, entre otros, de numerosos científicos, que actuará como foco modernizador de la cultura española. La rica vida intelectual de la Institución tiene en el fomento de la ciencia y el aprecio de la naturaleza silvestre dos de sus muchos rasgos novedosos. De ambos participará Eduardo Hernández-Pacheco, que los aprende de sus maestros, naturalistas ligados a la Institución como el zoólogo Ignacio Bolívar y, sobre todo, los geólogos José Macpherson, Francisco Quiroga y Salvador Calderón. Macpherson, Quiroga y Calderón se contaban entre los mejores cultivadores de la geología en la España de finales del diecinueve y habían contribuido notablemente a la mo-

dernización de esta disciplina, incorporando las novedades técnicas y teóricas que surgían en Europa.

Geólogo fue a su vez Eduardo Hernández-Pacheco, pero, siguiendo también a sus maestros, mantuvo una permanente inquietud científica que le llevó a trabajar en diferentes áreas y a buscar la síntesis y la visión de conjunto. Por ello, fue también geógrafo, paleontólogo y prehistoriador y destacó entre los naturalistas de su época por la aplicación de enfoques sintéticos a lo largo de toda su obra, en la que ofreció interpretaciones globales del territorio ibérico. Sobre la base de sus intereses iniciales en geología y geografía física, integró aspectos biogeográficos, paisajísticos y antropológicos. Buscó siempre el cuadro de conjunto y la interdependencia de factores en ensayos como *Rasgos fundamentales de la constitución e historia geológica del solar ibérico*, *Síntesis fisiográfica y geológica de España o Fisiografía del solar hispano* (Hernández-Pacheco, 1922, 1934a, 1955 y 1956). Quiso incluso construir una teoría científica del paisaje, que expuso en *El paisaje en general y las características del paisaje hispano* (Hernández-Pacheco, 1934b). Muchos de estos intereses se relacionan, como luego se verá, con su actividad conservacionista.

En el ambiente de la Sociedad Española de Historia Natural y de la Institución Libre de Enseñanza será pues donde se forme el espíritu científico de Eduardo Hernández-Pacheco. Y en el entorno institucional de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas fructificará su carrera (Real Sociedad Española de Historia Natural, 1954, Portela, 1983). La Junta se creó en 1907 como un organismo estatal, pero inspirado en los planteamientos de fomento de la ciencia desarrollados por la Institución. El Museo de Ciencias Naturales, que llevaba una vida lángida, se integra en la Junta, en cuyo marco será el principal centro de investigación naturalista y florecerá científicamente. Hernández-Pacheco, que había ganado en 1899 el puesto de Catedrático de Historia Natural del Instituto de Segunda Enseñanza de Córdoba, se incorpora rápidamente al impulso auspiciado por la Junta y el Museo. Ya en 1907 se le comisiona para trabajar en el Museo y para realizar investigaciones en Canarias. Y en 1910 gana la Cátedra de Geología Geognóstica y Estratigráfica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, en Madrid, y con ella accede a la jefatura de la Sección de Geología y Paleontología Estratigráfica del Museo de Ciencias Naturales. En 1912 la Junta crea, vinculada al Museo, una Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, de la que se nombra Director al marqués de Cerralbo y a él Jefe de Trabajos. Tras el fallecimiento del primero en 1922, Hernández-Pacheco será desde 1923 Director de la Comisión, la cual trocó su nombre en 1934 por el de Comisión de Investigaciones Geográficas, Geológicas y Prehistóricas quedando así plenamente identificada con la orientación de todo el amplio conjunto de sus intereses científicos. Además, en 1923 acumuló a la de Geología la Cátedra de Geografía Física de la Facultad de Ciencias.

La preeminencia de Hernández-Pacheco en la ciencia oficial de su época es evidente. La diversidad de puestos y líneas de trabajo requirió obviamente la colaboración de colegas y discípulos, entre ellos su hijo Francisco Hernández-Pacheco de la Cuesta. Pero su movilidad y su capacidad de trabajo resultan, evaluadas retrospectivamente, asombrosas. Su actividad le llevó continuamente al campo y a expediciones que abarcaron toda la Península, las Canarias y el norte de África. Traspasando los límites académicos de la ciencia buscó activamente la participación en otras empresas, entre las cuales destaca la política de conservación de la naturaleza. A ella se incorpora en 1917, cuando, tras la promulgación en 1916 de la Ley de Parques Nacionales impulsada por Pedro Pidal, se crea la Junta Central de Parques

Nacionales y se nombra Vocal a Hernández-Pacheco, en representación de la Universidad Central. Su capacidad de influencia parece aumentar en los años de la República, cuando forma parte de organismos como el Patronato Nacional de Turismo, el Patronato del Museo del Pueblo o el Consejo Nacional de Cultura. Aunque por su formación y su ambiente Hernández-Pacheco se situaba en la tradición del liberalismo progresista, que era la de la mayoría de los hombres de la Institución y la Junta, fue durante el bienio republicano de gobierno derechista cuando se detecta la máxima cercanía al poder político. En efecto, durante los gobiernos de radicales y cedistas que se sucedieron durante 1934 y 1935 Hernández-Pacheco parece moverse en una especial proximidad, cabe suponer que con el Partido Republicano Radical de Alejandro Lerroux. En 1934, siendo Lerroux Presidente del Gobierno, un decreto del Ministerio de Agricultura reorganizó la política conservacionista, regulando una nueva Comisaría de Parques Nacionales y prestando especial atención a aquellos aspectos que más interesaban a Hernández-Pacheco. Y, cuando en el mismo año se produzca la ocupación española del territorio africano de Ifni y el Gobierno organice una expedición científica, se le encomendará a Hernández-Pacheco la jefatura de esta misión oficial.

La guerra civil destruirá gran parte de la obra de la Junta para Ampliación de Estudios y, a su término, muchos de los científicos vinculados al Museo Nacional de Ciencias Naturales partirán al exilio o sufrirán la represión. Hernández-Pacheco, a pesar de su presumible filiación republicana, queda alineado en el bando franquista y, en el depauperado panorama científico de la posguerra, recibe las más altas consideraciones como una de las pocas figuras de talla que podían encabezar la ciencia oficial de aquella España. Aún tendrá tiempo de realizar algunas contribuciones y, sobre todo, de elaborar amplias obras de recopilación y síntesis. No así en la política de conservación, en la que las nuevas estructuras administrativas no establecerán cauces de participación para la universidad ni ninguna otra instancia académica o cívica.

2. Aproximación al paisaje

¿En qué medida este tipo de enfoques científicos seguidos por Hernández-Pacheco acusa la influencia cultural de la Institución Libre de Enseñanza? Desde luego, geólogos y geógrafos de la Institución se desenvuelven en la tradición sintética e integradora en el estudio de la Tierra que inaugurara Alexander von Humboldt (Ortega, 1992). Pero además cabe relacionar tentativamente el legado intelectual de la filosofía krausista con las concepciones globalizadoras de la naturaleza y el paisaje de Hernández-Pacheco, así como con su sensibilidad para las dimensiones estéticas de la experiencia del medio natural (Casado, 1997: 152-153). El krausismo fue, como es bien sabido, la corriente de pensamiento en la que se formaron los primeros institucionistas y entre ellos los ya citados maestros de Hernández-Pacheco. Es sobre todo el caso de Calderón, a quien sus ambiciones teóricas les llevaron a tratar de establecer puentes entre sus investigaciones geológicas concretas y marcos filosóficos más amplios. Aunque no tan especulativo como Calderón, también Macpherson mostró preocupación por integrar sus observaciones geológicas en interpretaciones lo más generales que fuera posible, siendo características de su obra, como dijo su propio discípulo, «la amplitud de las concepciones y el carácter sintético de los estudios, relativos frecuentemente al conjunto peninsular» (Hernández-Pacheco, 1927). En ambos casos la concepción krausista del mundo como un todo unitario, orgánico y armónico se correspondía con la búsqueda de un tipo de

ciencia igualmente global y sintética que ofreciera una explicación de los distintos elementos de la naturaleza como partes orgánicas y cambiantes de un único ser (Baratas, 1997: 18-22).

Está por hacer un estudio en profundidad que examine el modo en que la filosofía krausista y el resto del universo intelectual de los institucionistas influyó en su conocida, y entonces novedosa, afición a la naturaleza silvestre, a las excursiones, a la contemplación del paisaje y al ejercicio al aire libre. Pero no cabe duda de que aquí también hay una conexión y, en cualquier caso, Hernández-Pacheco tuvo de nuevo en sus maestros un excelente ejemplo en este sentido. Él mismo recordará a Calderón saliendo «con sus discípulos al campo» para enseñar directamente «ante el libro de la Naturaleza» (Hernández-Pacheco, 1911). Y cuando en 1932 se inaugure la Fuente de los Geólogos, construida por iniciativa suya en la sierra de Guadarrama, la dedicará a Casiano de Prado, José Macpherson, Salvador Calderón y Francisco Quiroga como «los primeros hombres de ciencia» que «sintieron profundamente el amor por la naturaleza y el paisaje» (Hernández-Pacheco, 1933).

En resumen, las concepciones unitarias y orgánicas de los fenómenos naturales presentes en el trasfondo filosófico de los científicos institucionistas no pudieron por menos de influir en la amplitud de intereses de Hernández-Pacheco, cultivador de diversas ramas de la geología, la geografía física, la paleontología y la prehistoria. Esta influencia parece especialmente clara en la elección que hará del concepto de paisaje como punto de vista sintético para la comprensión y la descripción de la naturaleza. Si al antedimiento del paisaje sumamos el sentimiento, también rastreable en sus maestros, obtendremos el contexto fundamental para situar su conservacionismo.

Merece la pena detenerse un instante en la aproximación de Hernández-Pacheco al paisaje, tema sobre el que elaboró un original desarrollo conceptual, aplicándolo en varios ensayos y procurando siempre, de nuevo a imitación de sus maestros, tomar el conjunto de la Península como marco de referencia general. Él mismo alude explícitamente a Macpherson y Calderón como pioneros en España de este tipo de intereses científicos, e incluso cita como precedente anterior a Casiano de Prado, en el discurso pronunciado en 1934 en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales con el que presentó su ensayo de una «teoría científica del paisaje» y su aplicación concreta al «paisaje hispano» (Hernández-Pacheco, 1934a). De esta aproximación científica al paisaje se ha subrayado su modernidad desde el punto de vista de la ecología (González Bernáldez, 1981) y su interés en el marco del pensamiento geográfico español de la época (Ortega, 1992) y de las relaciones entre geografía y geología (Martínez de Pisón, 1995).

Pero, aunque fuera en su famoso discurso de 1934 cuando les diera una formulación más clara, las ideas de Hernández-Pacheco sobre el paisaje ya se habían traslucido en su labor conservacionista previa, como luego se verá. Además, hay testimonios de que su elaboración precisa había comenzado cuando menos en 1926, año en que impartió en la Residencia de Estudiantes una serie de dos conferencias bajo el título común de «La geología y el paisaje (Ensayo de un estudio científico de los paisajes españoles)».

«En la primera analizó la Fisiografía peninsular en relación con el paisaje. La situación geográfica, el relieve, la litología, el clima y la vegetación, los elementos constitutivos del paisaje ibérico. En la segunda hizo una exposición de los paisajes españoles atendiendo al roquedo como elemento fundamental: *a)* Las rocas plutónicas y sus paisajes. *b)* Las rocas neptúnicas y sus paisajes» (Residencia, 1926).

Muchos años después Hernández-Pacheco volverá sobre el tema en un amplio apartado de su gran obra de conjunto *Fisiografía del Solar Hispano* (Hernández-Pacheco, 1955 y 1956), publicada hacia el final de su vida.

¿Pero cuál era la visión del paisaje de Hernández-Pacheco? En primer lugar, era una visión científica. Aspiraba a crear nada menos que una «Teoría científica del paisaje», considerando no «en el aspecto estético, sino en el de las ciencias de la Naturaleza» y definiéndolo como «la manifestación sintética de las condiciones y circunstancias geológicas y fisiográficas, que concurren en un país» (Hernández-Pacheco, 1934a). Sistematizó los componentes del paisaje en tres categorías. Para él, los fundamentales eran el roquedo y la vegetación. Así, la distinción que estableció entre una Hispania silícea, una Hispania calcárea y una Hispania arcillosa le servía para estructurar una primera visión de la variedad de nuestros paisajes, a la que se añadía la división también fundamental entre una Hispania húmeda y otra seca, con comunidades vegetales bien distintas. Entre los elementos complementarios incluía el estado del cielo y las masas de agua. Por último estaban los accesorios, tales como los animales silvestres, los ganados o los cultivos. En este tercer apartado aceptaba también a los seres humanos y sus construcciones, pero siempre que correspondiesen a modos de vida tradicionales y por tanto estrechamente vinculados a las condiciones del medio natural. Porque ese es el segundo aspecto fundamental de la visión del paisaje de Hernández-Pacheco, su limitación a lo natural. El paisaje es así el producto de los elementos y las leyes de la naturaleza. Para el científico su belleza está en su condición de síntesis, de resultado final y visible de múltiples elementos y relaciones subyacentes, causalidades y regularidades que se pueden interpretar. En la medida en que el hombre obedece y se adapta a esas leyes forma parte del paisaje. Pero la civilización moderna impone una lógica distinta y «con las intensas modificaciones y transformaciones que el hombre realiza en la superficie del Globo» el paisaje «pierde sus principales características fundamentadas en la Naturaleza» (Hernández-Pacheco, 1934a).

3. De la teoría a la práctica

Los hechos que marcan el desarrollo de la primera política de conservación de la naturaleza en España se pueden resumir fácilmente. Fue Pedro Pidal, ya se ha dicho, quien desde su puesto de Senador vitalicio defendió y logró que se aprobara la Ley de Parques Nacionales en 1916. Su breve articulado abría una posibilidad nueva en nuestro ordenamiento jurídico, la protección por el estado de ciertos lugares con el objeto de «respetar y hacer que se respete la belleza natural de sus paisajes, la riqueza de su fauna y de su flora y las particularidades geológicas o hidrológicas que encierren». En 1917 se promulgaba el desarrollo reglamentario de la Ley a través de un Real Decreto que establecía la creación de una Junta Central de Parques Nacionales, dependiente del Ministerio de Fomento y presidida por el Director General de Agricultura, Minas y Montes, como organismo rector de la nueva responsabilidad asumida por el estado. Como cargo ejecutivo se crea la figura del Comisario General de Parques Nacionales, puesto que lógicamente se asigna a Pidal, y se da cabida a vocales políticos y técnicos y a un universitario, «un Profesor de Ciencias Naturales de la Universidad Central», que iba a ser Eduardo Hernández-Pacheco. El Decreto asignaba a los Distritos Forestales la tarea de acopiar información sobre los sitios potencialmente merecedores de protección y, considerando

que sólo lugares excepcionales podían merecer la categoría de Parque Nacional, preveía ya la posibilidad de una segunda figura de menor rango, llamada Sitio Nacional.

En 1918 se aplicó por vez primera la nueva legislación con la creación del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga, en los picos de Europa asturianos y leoneses, y el Parque Nacional del Valle de Ordesa, en el Pirineo oscense. Detrás de ambos, pero especialmente del de Covadonga, estuvo la intervención directa de Pidal. La figura de Parque Nacional no se iba a volver a aplicar y la de Sitio Nacional solo una vez, en 1920, en el Sitio Nacional del Monte de San Juan de la Peña, en la provincia de Huesca.

Será en 1927 cuando una Real Orden revitalice la acción conservacionista, al establecer, por iniciativa de Hernández-Pacheco, las nuevas figuras de Sitio Natural de Interés Nacional y Monumento Natural de Interés Nacional. Hasta 1936 se crean catorce Sitios y un Monumento, repartidos por todo el territorio, desde Lugo hasta Murcia, que abarcan parajes costeros e interiores, medios palustres, forestales y de montaña. Son los años de la dictadura de Primo de Rivera y en 1929 un nuevo Real Decreto reorganiza la Junta Central de Parques Nacionales, reforzando su dependencia del poder político, al aumentar el número de vocales que podían ser designados por el Ministro. También se establece que uno de los vocales sea Delegado Inspector de Sitios y Monumentos Naturales de Interés Nacional, cargo que recaerá en Hernández-Pacheco.

Llega la República en 1931 y se procede a una nueva reorganización. En junio de ese año un Decreto del Gobierno provisional refunde la Junta en una Comisaría de Parques Nacionales, simplifica su composición, integrada ahora solo por vocales técnicos y académicos, y reúne en una misma persona los cargos de Comisario y Presidente del nuevo organismo. Esa persona será, a pesar de su título de marqués y de su clarísima vinculación con el anterior régimen monárquico, Pedro Pidal. Continuará también Hernández-Pacheco, quien estaba preparando entonces la publicación de la serie Guías de los Sitios Naturales de Interés Nacional. En la primera de estas guías, dedicada al Guadarrama, se hizo insertar, en la cubierta posterior, una nota muy significativa.

«Este libro de la naturaleza hispana, publicación oficial del Ministerio de Fomento, comenzó a imprimirse cuando España estaba sometida al régimen de la monarquía; terminó cuando el sol de la libertad alboreaba y la República nacía, serena y pujante, en nuestra patria. Todos los que han colaborado en esta guía expresan su satisfacción por poder consignar aquí, libremente, su entusiasmo por la República Española» (Hernández-Pacheco, 1931).

La República trae a la sociedad española una clima de participación cívica y dinamismo político que se refleja en la política conservacionista. La nueva Constitución republicana incluyó en su artículo 45 una mención expresa a la protección de «los lugares notables por su belleza natural» y el ritmo de declaración de Sitios Naturales de Interés Nacional se incrementó.

4. Sintonías y diferencias

Los orígenes y desarrollo de la política conservacionista hasta llegar a este punto quedaron recogidos por el propio Hernández-Pacheco en su informe sobre *La Comisaría de*

Parques Nacionales y la protección de la naturaleza en España, que se publicó en 1933 como tercer volumen de la citada serie de Guías de los Sitios Naturales de Interés Nacional y que es fuente de gran interés por reflejar de primera mano la visión desde dentro de uno de los protagonistas (Hernández-Pacheco, 1933).

No es mucho más lo que pudo hacerse hasta 1936, pero hay un par de datos significativos que es preciso anotar. El primero es la nueva reorganización de la Comisaría de Parques Nacionales por Decreto del ahora Ministerio de Agricultura de fecha 13 de abril de 1934. Un detallado reglamento aumenta la representación de los naturalistas. Al profesor de la Universidad Central, que ahora se especifica será un «Profesor de Geología o Geografía física», es decir, exactamente las cátedras que regentaba Hernández-Pacheco, se añade un zoólogo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, tal como provisionalmente había establecido un Decreto específico en 1932, y un botánico de la Escuela de Ingenieros de Montes. La figura de Delegado de Sitios y Monumentos Naturales de Interés Nacional se refuerza, al estipular entre sus funciones la de «dirigir la publicación de los libros, guías e itinerarios que previamente hayan sido acordados por la Junta», que es lo que, como ya se ha visto, venía de hecho haciendo Hernández-Pacheco. Otro detalle, aparentemente menor pero cargado de consecuencias, es que el nombramiento de los guardas de los Parques Nacionales, que el Real Decreto de 1929 encomendaba individualmente al Comisario, pasa ahora a ser competencia colegiada de la Comisaría.

Estalla entonces el conflicto que, más o menos larvado, debía de haber comenzado años antes entre Pidal y Hernández-Pacheco. El poder y el protagonismo crecientes del segundo a costa del primero acabarán, en una coyuntura política concreta, en la salida de Pidal de la Comisaría. La pelea abierta se produce a cuenta de unos nombramientos de guardas (Pidal, 1934, 1935, Fernández, 1998), asunto que Pidal había llevado hasta entonces de modo muy personal. Pidal se ve desautorizado y acusa a Hernández-Pacheco de intrigar para marginarle. La insostenible situación la resuelve el Gobierno en contra de Pidal, al promulgar un Decreto en marzo de 1935 por el que se establece ocupe la presidencia de la Comisaría el Director General de Montes, Pesca y Caza. Al haberse refundido desde 1931 los cargos de Presidente y Comisario, la medida suponía, aunque no se dijese expresamente, la desaparición del Comisario y por tanto de Pidal.

El final agrio de la relación entre Pidal y Hernández-Pacheco no debe oscurecer los aspectos positivos que, en conjunto, predominaron en su relación. Tampoco debe hacer suponer que su enfrentamiento fuera simplemente un caso más de lucha por una parcela de poder. Ciertamente, debió de haber fricción entre dos personajes de carácter fuerte y ambicioso a quienes gusto ser protagonistas en sus respectivos terrenos. En el de la conservación ambos coincidieron, y la actitud de Hernández-Pacheco fue durante mucho tiempo la leal colaboración.

Fue Hernández-Pacheco quien en 1917 promovió en la Real Sociedad Española de Historia Natural, que entonces presidía, una felicitación oficial a Pidal por su «patriótica iniciativa» de crear en España los parques nacionales ([Hernández-Pacheco], 1917). Y una vez integrado en la Junta Central de Parques Nacionales, promovió iniciativas que no eran opuestas sino complementarias de las de Pidal. Este se centró en su idea original de Parque Nacional y en los dos únicos lugares a los que se aplicó, Covadonga y Ordesa, donde actuó siempre de acuerdo a su personal criterio y bien puede decirse que gracias a su entusiasmo y su empuje ambos parques fueron algo más que una declaración sobre el papel. A su vez, Hernández-

Pacheco desarrolló la figura alternativa de Sitio Natural de Interés Nacional, de acuerdo a su visión del territorio y el paisaje ibéricos, y se preocupó de lo que podría llamarse la extensión de la conservación, a través de una cuidada serie de publicaciones, faceta esta última que coincidía plenamente con la que había desarrollado en su vertiente de investigador.

De hecho, es curioso comprobar el paralelismo entre la situación de Hernández-Pacheco en la Junta Central de Parques Nacionales y la que tuvo en la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. Como ya se dijo, esta Comisión fue creada en 1912 con carácter oficial. Como Presidente tuvo a otro influyente aristócrata de ideología conservadora, Enrique de Aguilera y Gamboa, marqués de Cerralbo, que destacó como coleccionista y arqueólogo entusiasta. Y nuevamente, en segundo plano pero con amplia capacidad para desarrollar sus iniciativas, aparece Hernández-Pacheco como Jefe de Trabajos de la Comisión. Además, e igual que en la Junta, será él el encargado de la labor editorial, bajo el título de Director de Publicaciones. En su dedicación a la prehistoria no le faltaron tampoco a Hernández-Pacheco los enfrentamientos personales, como el que le opuso vivamente a Hugo Obermaier, uno de los colaboradores fundamentales de la Comisión (Moure, 1996).

En general, si se repasa la trayectoria científica de Hernández-Pacheco, puede comprobarse que su fuerte personalidad le arrastró con cierta frecuencia a la polémica y la oposición con sus pares. Otro tanto puede decirse de la vida social y política de Pidal. Conviene pues relativizar la incompatibilidad que, si se atiende a las manifestaciones que se produjeron en los momentos más álgidos del conflicto, pudiera parecer existió entre las posiciones conservacionistas de ambos, sin negar por ello las diferencias que de hecho existieron. Por ejemplo, y tal como afirma Joaquín Fernández, los ataques de última hora que Pidal dirigió a la figura de Sitio Natural de Interés Nacional impulsada por Hernández-Pacheco, no reflejan probablemente su verdadera actitud, que si no fue especialmente proclive a esta idea tampoco fue de activa enemistad contra ella (Fernández, 1998).

5. Modernizar la conservación

¿Cuál fue la visión de Hernández-Pacheco? En su informe de 1933 sobre *La Comisaría de Parques Nacionales y la protección de la naturaleza en España*, se explican con claridad sus planteamientos. Por un lado, aportó propuestas para superar los problemas que habían aparecido en el ensayo de importar los parques nacionales a España. Pidal estudió el modelo y la organización de los parques en su lugar de origen, Estados Unidos, y trató de aplicarlo con buen criterio. La experiencia demostró sin embargo algunos desajustes. No había, en rigor, lugares salvajes en «un país de tan vieja historia como España», observa Hernández-Pacheco, sino que «existían diferentes y antiguos derechos sobre los territorios declarados Parques Nacionales, derechos pertenecientes a los pueblos inmediatos y que consistían en aprovechamientos forestales y de pastoreo». Desde el principio la conciliación de la tutela conservacionista ejercida por el estado con los usos practicados por las poblaciones locales resultó conflictiva. Con la figura de Sitio Natural de Interés Nacional se trataba en cambio, aprendiendo de la experiencia, de proteger lugares en los que «se respetan los derechos de propiedad de las corporaciones o particulares, con las restricciones indispensables a la conservación». Lo cual «favorece en cierto modo a los pueblos y propietarios, por lo que su-

pone desarrollo del turismo y el conveniente fomento de vías de acceso y de comunicación». Es decir, la participación y el desarrollo de las comunidades locales como objetivo de partida en la política de conservación. Otra cosa es que este objetivo llegará o no a cumplirse en el corto periodo en que pudo ensayarse.

Por otro lado, concibió una vía para extender y desarrollar la acción conservacionista más allá del logro inicial conseguido por Pidal en Covadonga y Ordesa. Pidal creía, nuevamente con buen criterio, que la figura de Parque Nacional no debía en aquel momento prodigarse y que no procedía por tanto intentar nuevas declaraciones. Pero estos dos lugares, sin duda magníficos, representaban solo una faceta de la naturaleza ibérica. En la elección de Covadonga y Ordesa se acusaban la influencia del modelo estadounidense imitado por Pidal y sus propias inclinaciones hacia los grandes espacios de montaña, norteños, «de carácter alpinoide o con paisaje tipo tarjeta postal» (González Bernáldez, 1989), acordes con los cánones estéticos de la cultura alpinista de la que él participaba y reflejo en última instancia de una sensibilidad romántica (Gómez Mendoza, 1999). Sin embargo, la «Península Hispánica, por la variedad de su relieve y de sus características fisiográficas», argumenta Hernández-Pacheco, «presenta gran número de parajes repartidos por el ámbito peninsular, de extraordinaria belleza natural y con características pintorescas muy diferentes». Con la figura de Sitio Natural de Interés Nacional Hernández-Pacheco quiere dar cabida a esa diversidad, que a él le ha interesado captar y sintetizar en sus obras de conjunto sobre la Península. Advierte además que ha de atenderse «a la protección de los tres elementos fundamentales del paisaje: el roquedo, la vegetación y la fauna», es decir, los mismos que había reconocido en sus trabajos de aproximación científica al paisaje.

La variedad y la originalidad de la naturaleza ibérica respecto a otras regiones de Europa había sido una referencia constante para la labor científica de los naturalistas españoles desde mucho tiempo antes, cuando se percibió el atraso comparativo del conocimiento de nuestro medio natural y la necesidad de superarlo, para lo cual era preciso reconocer el propio territorio y sus elementos singulares (Casado, 1994). La idea de conservación tampoco había sido en absoluto ajena a los naturalistas, desde que en 1874 el geólogo Juan de Vilanova hablara por primera vez en España de los parques nacionales (Casado, 1991). Por ello no es de extrañar que en el seno de la Sociedad Española de Historia Natural y en otros foros naturalistas se formularan propuestas de conservación y que estas tuvieran a menudo por objeto aspectos singulares de la gea, la flora y la fauna nacionales, como la Ciudad Encantada de Cuenca, el águila imperial en Doñana o la foca monje en el Mediterráneo (Casado, 1991).

Todo ello tendrá continuidad en la actuación conservacionista de Hernández-Pacheco. Ya en su primera publicación sobre el tema, presentada en la Real Sociedad Española de Historia Natural en 1920, había llamado a la protección de «pequeños accidentes del suelo patrio y bellezas naturales de diversa índole» mediante «la declaración de *monumentos naturales de interés nacional*» (Hernández-Pacheco, 1920). Y cuando poco después acudiera como delegado español al Premier Congrès International pour la Protection de la Nature, celebrado en París en 1923, este iba a ser el tipo de estrategia que más le interesase.

«Mucho más que la cuestión de Reservas o Parques Nacionales, ha ocupado la atención del Congreso lo relativo a la conservación de los sitios o lugares agrestes de gran belleza natural que se conocen con la denominación de «Monumentos naturales». La mayor parte de las naciones europeas llevan muy adelantada

la catalogación de estos; algunas, terminadas o en vías de dictarse disposiciones oficiales análogas a las que se refieren a los monumentos nacionales de carácter artístico o arqueológico» (Hernández-Pacheco, 1923).

No le faltaba razón en su apreciación. Porque, si bien se ha destacado a menudo que España fue uno de los primeros países en implantar los parques nacionales en Europa, no debe suponerse por ello que fuéramos pioneros de la conservación europea en general. La creación de reservas para la protección de las aves o de ciertas bellezas naturales era común en Gran Bretaña desde finales del siglo anterior. Y en los primeros años del siglo veinte se extendieron iniciativas similares en otros países e incluso se creó un cierto movimiento internacional. Antes del congreso de París al que se refería Hernández-Pacheco hubo otras reuniones internacionales. Por ejemplo, la conferencia para la protección de la naturaleza celebrada en Berna en 1913, donde se presentó lo realizado en diferentes países que habían comenzado, antes que en España, políticas de conservación. Entre sus impulsores figuraban también los científicos. Por ejemplo, Hugo Conwentz, botánico y director del museo de historia natural de la entonces ciudad alemana de Danzig, hoy la polaca Gdansk, quien promovió el establecimiento de toda una serie de reservas en Alemania, donde existía desde 1906 un organismo estatal con este fin. Conwentz creía que en Europa, exceptuando regiones como los Alpes, Rusia o el Ártico, era difícil establecer grandes reservas y, sin embargo, consideraba de «especial importancia disponer la creación de *reservas del más variado tipo, distribuidas por todo el país*, incluso aunque sean de área muy pequeña» (Conwentz, 1914). Es manifiesta la coincidencia de este planteamiento, enfatizado con cursivas por su autor, con las ideas de Hernández-Pacheco.

Es más, la propia legislación española, en el Real Decreto de 1917 que desarrollaba la Ley de Parques Nacionales, recogía ya esta idea y, como se adelantó, preveía la figura de Sitio Nacional. Preveía también la posibilidad de utilizarla en función de las propuestas de asociaciones y agentes locales, dando así una dimensión participativa a la conservación y convirtiéndola en factor de desarrollo, fundamentalmente a través del fomento del turismo (Mata, 1992). Sin embargo, esta posibilidad, como también se vio, apenas tuvo efectividad.

Será entre 1927 y 1936, con la creación la figura de Sitio Natural de Interés Nacional y su aplicación bajo la dirección de Hernández-Pacheco, cuando reaparezcan estos intereses. Y hay que insistir en que adoptan una forma elaborada y precisa, de acuerdo a la aproximación científica que aporta Hernández-Pacheco respecto al paisaje en general y al paisaje ibérico en particular. Influyen por otro lado circunstancias y limitaciones propias de toda acción práctica, por lo que la lista de lugares protegidos no puede en absoluto entenderse como una traducción directa de su planteamiento teórico. No es, por tanto, una selección ideal, pero sí notablemente variada. Aparecen los parajes costeros, como el cabo Villano o la estaca de Bares, los roquedos y formas erosivas singulares, como la citada Ciudad Encantada o el torcal de Antequera, los bosques mediterráneos, como sierra Espuña, y los medios palustres, como las lagunas de Ruidera. Al referirse a esta etapa de la política conservacionista y a sus criterios, Josefina Gómez Mendoza, acertadamente, encuentra presentes «tanto los elementos de continuidad como los de cambio», pero, a mi entender, sobrevalora los primeros al afirmar que en el entendimiento del paisaje «lo significativo es que los argumentos sigan siendo casi idénticos a los iniciales» (Gómez Mendoza, 1999).

«Montaña de tipo levantino», «formas fantásticas que la erosión ha labrado en las calizas cretáceas», «bellísimo matorral de acebos», «especial carácter que presentan las rías altas», «pinares excelentemente cuidados», son algunos de los rasgos y componentes del paisaje que Hernández-Pacheco va desgranando al reseñar los Sitios Naturales de Interés Nacional en su informe de 1933, mostrando una innegable amplitud de criterio. Es más, a este conjunto de espacios protegidos cabría atribuir, en un sentido laxo, la idea de representatividad, en tanto que muestra de la variedad de la naturaleza ibérica.

Subyacente en el conjunto de su actuación, tal idea se hace explícita al menos una vez en la actuación de Hernández-Pacheco. Me refiero a la protección de espacios naturales en la sierra de Guadarrama. Ante la imposibilidad de declarar protegida toda la sierra, para la que algunos habían pedido un Parque Nacional (Gómez Mendoza, 1992), se seleccionaron tres lugares concretos aplicando, de forma consciente y con un sentido preciso y moderno, el criterio de representatividad (Casado de Otaola, 1997). Fue en 1930, a través de una Real Orden, cuyo preámbulo, a todas luces redactado por Hernández-Pacheco, explica que «se limita la declaración oficial que se propone de *Sitios naturales de interés nacional*, a aquellos tres lugares de la sierra de Guadarrama de más notable importancia en el concepto expresado y que pueden considerarse como representativos de los tres elementos del paisaje que en armónico conjunto dan a la castellana sierra la reputación que en justicia se le asigna en relación con la estética de la naturaleza». Uno era La Pedriza del Manzanares, máxima expresión de la riqueza de formas del roquedo granítico. Otro, el pinar de la Acebeda, como muestra bien desarrollada del tipo de formación forestal serrana más conspicua. El tercero, el área de la cumbre, el circo y las lagunas de Peñalara, núcleo culminante de la sierra con los mejores ejemplos de hábitats supraforestales y de morfología glaciar.

Rafael Mata proporciona información adicional, que confirma que la aplicación de la idea de representatividad no fue casual sino fruto de la voluntad de aplicar un criterio que permitiese optimizar la conservación dentro de las limitaciones económicas y prácticas a que se enfrentaba. Igual que en el Guadarrama, se propuso hacia 1930 la creación de un Parque Nacional en Sierra Nevada y, también del mismo modo, Hernández-Pacheco propuso una solución alternativa frente a la imposibilidad económica de asumir en aquel momento la gestión de un espacio tan grande y en gran parte formado por propiedades particulares. Decía Hernández-Pacheco en su informe que cabía «que algunos parajes de la mencionada Sierra de gran belleza natural, de límites precisos y área reducida», pudieran, especialmente si eran de propiedad pública, ser declarados Sitios Naturales de Interés Natural, como se había hecho «recientemente por Orden de 30 de septiembre de 1930 (Gaceta de 12 de octubre) respecto a la sierra de Guadarrama» (Mata, 1992). Atendiendo estas razones, una de las entidades proponentes rehizo en 1931 la solicitud limitándola a «los puntos que mejor encarnan la múltiple y variada personalidad de Sierra Nevada» (Mata, 1992). La solicitud no llegó en este caso a plasmarse en medidas concretas pero muestra el potencial de una idea. Una idea que combinaba el realismo posibilista de unas figuras de protección modestas y flexibles con el rigor científico de la selección representativa a partir del conocimiento del conjunto.

Otro aspecto interesante de la Real Orden de 1930 sobre protección de espacios en el Guadarrama es que con ella se inauguraba la figura de Monumento Natural de Interés Nacional, pues establecía fuera declarado como tal «un risco o canchal granítico, con grandes piedras caballerías, que se halla situado en el término municipal de Guadarrama» bajo la de-

nominación de «Peña del Arcipreste de Hita», en homenaje al autor castellano que en otro tiempo atravesara estos montes y escribiera sobre ellos. Aparece aquí la idea de síntesis, tan importante en todo el pensamiento de Hernández-Pacheco sobre el paisaje, cuando se dice que este lugar puede «considerarse como sintético de las características peculiares a los paisajes serranos del Guadarrama».

Un último componente de la visión de Hernández-Pacheco debe ser subrayado, y nuevamente encontramos en su informe sobre *La Comisaría de Parques Nacionales y la protección de la naturaleza en España* manifestaciones explícitas al respecto. Los espacios naturales protegidos aparecen aquí asociados a una función redentora para la sociedad, «como asilos de tranquilidad y de paz en este turbulento y angustioso vivir de los tiempos modernos». Pero «no como lugares reservados a uno solo, a unos privilegiados, sino como lugares abiertos a todos los ciudadanos», es decir, entendidos desde la democracia y la justicia social como un patrimonio común cuya protección solo adquiere sentido si garantiza su disfrute, y los efectos beneficiosos que de ello se derivan, al conjunto de la población. «Por esto debe ser el Estado el que cuide de ellos y el que los proteja y el que los tenga a disposición de todos». ¿Y cuáles son esos efectos benéficos de la experiencia de la naturaleza silvestre?

Pidal había exaltado las virtudes morales de los parques nacionales desde un punto de vista cercano a lo religioso, pues para él eran una especie de santuarios laicos donde recuperar, en contacto con la naturaleza, valores esenciales para la salud espiritual de la nación, un «verdadero templo del Altísimo, en que se oxigenan el alma y los pulmones y se cobran alientos, fuerzas, para seguir con la vida de trabajo por las grandes urbes y por entre casas de veinte, treinta, cuarenta y hasta cincuenta pisos...» (Pidal, 1919). Hernández-Pacheco comparte esta visión moral de la conservación, pero la inserta en raíces diferentes, en un discurso cívico que toma como referencia al «hombre culto y de paz», dice en su informe de 1933, que entiende las «bellas especies de animales salvajes» no como «codiciables piezas de caza, sino para encanto de la vista». No es difícil relacionar su perspectiva con la tradición y los ideales de la Institución Libre de Enseñanza y, por tanto, no extraña que sea especialmente sensible a los aspectos educativos. Le preocupa no solo facilitar el acceso físico a los lugares protegidos, cuestión muy presente desde las primeras propuestas de Pidal, sino también el acceso intelectual y educativo. De ahí su interés en la difusión de publicaciones divulgativas y su llamamiento a otros naturalistas a colaborar «en la redacción de guías y folletos pertinentes a los sitios y monumentos naturales, pues el fin principal de tales publicaciones es de orden cultural, difundiendo el conocimiento de la ciencia de la Naturaleza» (Hernández-Pacheco, 1930).

Las palabras con las que abrió la primera de esas guías sintetizan bien su voluntad de vincular la conservación con ideales democráticos y de progreso.

«La dura necesidad de vivir hay que procurar transformarla en el placer de vivir, aspiración de verdadero progreso y civilización de la humanidad, siempre que este ideal sea en beneficio de todos y no de los fuertes y afortunados a expensas de los débiles y desgraciados» (Hernández-Pacheco, 1931).

Eduardo Hernández-Pacheco hizo, en resumen, una aportación modernizadora a la incipiente política de conservación de la naturaleza, a través de una propuesta modesta y flexible, y por eso mismo realista, que introdujo la idea de representatividad y buscó fomentar los valores democráticos y educativos de la conservación.

6. Bibliografía

- BARATAS, L. A. (1997), *Introducción y desarrollo de la biología experimental en España entre 1868 y 1936*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- CASADO, S. (1991), «Pioneros de la conservación de la naturaleza en España», *Quercus*, 70, 32-38.
- CASADO, S. (1994) «La fundación de la Sociedad Española de Historia Natural y la dimensión nacionalista de la historia natural en España», *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 19, 45-64.
- CASADO, S. (1997) *Los primeros pasos de la ecología en España*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Publicaciones de la Residencia de Estudiantes.
- CASADO, S. (1998) «La Ecología y la conservación de la naturaleza en la historia de la Real Sociedad Española de Historia Natural». En: BARATAS, A. Y FERNÁNDEZ, J. (Editores), *Aproximación histórica a la Real Sociedad Española de Historia Natural, Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 1, 159-180.
- CONWENTZ, H. (1914) «On national and international protection of Europe», *The Journal of Ecology*, 2, 109-122.
- FERNÁNDEZ, J. (1998) *El hombre de Picos de Europa. Pedro Pidal, marqués de Villaviciosa: fundador de los Parques Nacionales*, Madrid, Caja Madrid.
- FERNÁNDEZ, J. Y PRADAS, R. (1996) *Los Parques Nacionales españoles (Una aproximación histórica)*, Madrid, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- GÓMEZ MENDOZA, J. (1992a) *Ciencia y política de los montes españoles (1848-1936)*, Madrid, Icona.
- GÓMEZ MENDOZA, J. (1992b) «Los orígenes de la política de protección de la naturaleza en España: la iniciativa forestal en la declaración y en la gestión de los parques». En: CABERO, V. et al., *El medio rural español. Cultura, paisaje y naturaleza*, Salamanca, Universidad de Salamanca, 1045-1057.
- GÓMEZ MENDOZA, J. (1999) «Paisaje y espacios naturales protegidos en España», *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 34 y 35, 131-152.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1981) *Ecología y paisaje*, Madrid, H. Blume.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1989) «Relación entre espacios naturales protegidos y protegibles. Los términos de una polémica». En: *Supervivencia de Espacios Naturales*, Madrid, Casa de Velázquez y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 45-59.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1911) «El profesor D. Salvador Calderón y Arana y su labor científica», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 11, 405-445.
- [HERNÁNDEZ-PACHECO, E.] (1917) [«Nota sobre el reciente decreto de creación de parques nacionales»], *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 17, 149-150.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1920) «Comunicación respecto a los Parques nacionales y a los Monumentos naturales de España», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 20, 267-282.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1922) *Rasgos fundamentales de la constitución e historia geológica del solar ibérico*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1923) *Protección a la Naturaleza. Labor del Congreso Internacional celebrado en París en mayo y junio de 1923, y comunicación presentada por el Delegado de la Junta central de Parques Nacionales D. Eduardo Hernández-Pacheco*, Madrid, Comisaría de Parques Nacionales.

- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1927) «La Geología y la Paleontología a través de la historia», *Conferencias y Reseñas Científicas de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 2, 165-182.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1930) «Reorganización de la Junta de Parques Nacionales, y designación de «Sitios y Monumentos Naturales de interés Nacional»», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 30, 78-80.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1931), *Sierra de Guadarrama. Guías de los Sitios Naturales de Interés Nacional 1*, Madrid, Junta de Parques Nacionales.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1933) *La Comisaría de Parques Nacionales y la protección de la naturaleza en España. Guías de los Sitios Naturales de Interés Nacional 3*. Madrid, Comisaría de Parques Nacionales.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1934a) *El paisaje en general y las características del paisaje hispano*, Madrid, Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Reproducido en *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 59, 11-17, 39-44, 67-70, 89-94, 112-117, 124-127.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1934b) *Síntesis fisiográfica y geológica de España, Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales*, Serie Geológica, 38.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1955 y 1956) *Fisiografía del Solar Hispano*, Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, Serie de Ciencias Naturales, 16.
- LÓPEZ RAMÓN, F. (1980) *La conservación de la naturaleza: los espacios naturales protegidos*, Bolonia, Real Colegio de España.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1995) «La primera Geomorfología española». En: *Geógrafos y naturalistas en la España Contemporánea. Estudios de historia de la ciencia natural y geográfica*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, 81-106.
- MATA, R. (1992) «Los orígenes de la política de espacios naturales protegidos en España: la relación de «Sitios Notables» de los distritos forestales (1917)». En: CABERO, V. et al., *El medio rural español. Cultura, paisaje y naturaleza*, Salamanca, Universidad de Salamanca, 1067-1077.
- MOURE, A. (1996) «Hugo Obermaier, la institucionalización de las investigaciones y la integración de los estudios de prehistoria en la universidad española». EN: MOURE, A. (Editor), *«El hombre fósil» 80 años después*, Santander, Universidad de Cantabria.
- MUÑOZ, G. (1962) *Parques Nacionales españoles*, Madrid, Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial.
- ORTEGA, N. (1992) «La concepción de la geografía en la Institución Libre de Enseñanza y en la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas». En: Gómez Mendoza, J. Y Ortega, N. (Directores), *Naturalismo y geografía en España*, Madrid, Fundación Banco Exterior.
- PIDAL, P. (1919) *Política al alcance de todos*, Madrid, Imp. de Ramona Velasco.
- PIDAL, P. (1934) *El caso de los Parques Nacionales*, Gijón, Tipografía La Industria.
- PIDAL, P. (1935) *Trinitario dinástico. Descubrimiento de la verdad por la belleza*, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra.
- PORTELA, E. (1983) «Eduardo Hernández Pacheco y Estevan». En: LÓPEZ PIÑERO, J. M. et al., *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, Barcelona, Península, volumen I, 448-449.

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (1954) «Sucinta Biografía Del Profesor Eduardo Hernández-Pacheco», *Real Sociedad Española De Historia Natural, Tomo extraordinario de trabajos geológicos publicado con motivo del 80 aniversario del nacimiento del Profesor Eduardo Hernández-Pacheco*, 7-34.

RESIDENCIA (1926) «Sociedad de Cursos y Conferencias», *Residencia*, 1, 66-72.

SOLÉ, J. Y BRETÓN, V. (1986) «El paraíso poseído. La política española de parques naturales (1880-1935)», *Geo-Critica*, 63, Barcelona, Universidad de Barcelona.

CONTROVÈRSIES EN L'AGRONOMIA MODERNA

Josep Vicent Maroto i Borrego

Departament de Producció Vegetal. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat Politècnica de València.

Resum

Malgrat el gran desenvolupament que ha assolit la ciència agronòmica en els últims cent cinquanta anys i, sobretot des que finalitzà la segona Guerra Mundial, principalment en el que fa referència a la capacitat de producció d'aliments, avui des d'angles diversos es plantejen diferents controvèrsies i qüestionaments que afecten els mitjans de producció que empra la moderna agronomia, ja siguin considerats en la seva globalitat com de forma individual.

Fonamentalment, aquests qüestionaments procedeixen de tres tipus de consideracions:

- Consideracions socio polítiques, que qüestionen la moderna agronomia perquè els seus sistemes tecnològics de producció, en no estar, per raons econòmiques, a l'abast dels països més pobres del món, contribueixen més encara a incrementar tant llur dependència econòmica, com les desigualtats socials i, a més, desestabilitzen els esquemes productius ancestrals.
- Consideracions basades en crítiques ecològiques, que veuen en molts dels mètodes productius de la moderna agronomia una font constant de desequilibris del medi físic i natural, principalment pels següents motius: ús abusiu de fertilitzants i pesticides, ús de productes poc degradables i/o de costosa adquisició a causa de les característiques del modern material vegetal de propagació —de costos abast, difícilment reproducible i causa de l'erosió genètica del material autòcton, amb el que aquest fet suposa sobre la biodiversitat—, sistemes intensius que utilitzen la producció animal, contaminació de tot tipus, etc.
- Altres tipus de consideracions, principalment les *científiques* que, basades en les disciplines bàsiques —bioquímica, genètica, biotecnologies, etc.—, tracten de manera despectiva el coneixement integral en què s'ha basat el naixement com a ciència de la moderna agronomia.

Estes crítiques, principalment les dues primeres, han contribuït al plantejament de noves concepcions de l'agronomia, entre les quals, possiblement la de la sostenibilitat —basada en concepcions anteriors, com la de l'agricultura integrada— és la que com a objectiu encapçalarà els posicionaments a l'immediat tercer mil·lenni.

En el concepte de sostenibilitat, s'hi inclouen tres aspectes: el de la sostenibilitat

ecològica, és a dir, que els mitjans de producció no afectin negativament el medi ambient; el de la sostenibilitat econòmica, de manera que els seus practicants aconseguisquen una certa possibilitat de rendibilitat; i la de la sostenibilitat social, de forma que beneficis i pèrdues, s'hagin de distribuir entre els productors i els consumidors, ja siguin de l'actual generació com de les generacions futures.

1. Introducció

L'agronomia com a ciència aplicada es va consolidar a partir del segle XIX, partint de l'activitat de domesticació de plantes i animals que, encetada al Pròxim Orient ara fa més de deu mil anys, va transformar la pròpia estructura social de la humanitat (Childe, 1971; Bernal, 1979). En aquest context, l'agronomia s'afegeix al gran canvi cultural i científic que s'esdevé a les darreries del segle XVIII i que permet que els coneixements científics intervinguen directament en els sistemes de producció, fins a l'extrem que hom hi pot afirmar que hi hagué menys canvis des de l'antic Egipte fins a la segona meitat del Segle de les Llums que des d'aquesta última data fins als nostres dies (Russell, 1969).

Els grans avanços de la química, de la tecnologia de la mecanització, de totes les ciències biològiques —en particular en fisiologia i genètica—, dels coneixements sobre el medi físic i en tecnologies de la seua modificació, de la fitopatologia, de la fitotècnia i la zootècnia, de la indústria agroalimentària i, en el més recent desenvolupament, de les biotecnologies —tot i que encara en estat incipient— han repercutit de forma intensíssima en el gran desenvolupament de l'agronomia i en l'assoliment d'una altíssima capacitat per a la producció d'aliments i productes naturals útils, fins al punt que alguns agrònoms arriben a afirmar que si a les darreries del segle XX encara existeix fam al món, les causes d'aquesta situació no són estrictament productives, sinó d'altra natura, com polítiques, sociològiques, etc. (Maroto, 1998; Borlaug i Dowswell, 2000).

Davant aquesta situació resulta, com a mínim, paradoxal, malgrat els grans èxits aconseguits per la moderna agronomia, que aquesta disciplina, i, sobretot alguns dels mitjans productius que s'hi utilitzen, es vegem molt qüestionats des de perspectives diverses.

Aquestes objeccions provenen fonamentalment de tres àmbits:

- l'àmbit sociopolític
- l'àmbit dels corrents ecologistes
- determinades consideracions més «científistes»

De qualsevol manera cal dir que les objeccions més clares pertanyen als dos primers entorns.

A continuació, tractarem amb més detall aquestes objeccions i consideracions.

2. Qüestionaments basats en consideracions sociològiques i polítiques

Aquests raonaments es basen fonamentalment en què la moderna agronomia, amb els seus mètodes moderns, que impliquen una gran absorció de productes, pot ser un brolla-

dor de desequilibris socials degut al fet que els països més pobres del món no tenen prou recursos per tal d'assolir els seus mitjans productius i tecnològics —en forma de llavors, fertilitzants, pesticides, maquinària-petrolí, plàstics, etc.— i, per tant, sense aquests mitjans de producció difícilment poden aconseguir els objectius productius propis del món desenvolupat.

Des d'aquesta perspectiva, els guanys de la Revolució Verda (segons alguns la segona Revolució Verda), estarien molt limitats a l'àmbit dels països del Primer Món, i l'expansió dels mètodes de producció dels països més rics cap a països menys desenvolupats només aconseguiria una major dependència d'aquests últims i, per tant, un major grau d'exploatació del nord envers el sud, i fins i tot, de vegades, una total impossibilitat per part dels països del Tercer Món de poder assolir aquesta tecnologia. Aquestes situacions a voltes condueixen a la confrontació de dos sistemes productius, l'antic i el modern que, en la major part dels casos, desemboca en la situació caòtica del «voler i no poder» i en l'abandonament dels mitjans ancestrals de supervivència, sense que, per altre part, puguin implantar els de la moderna tecnologia.

3. Qüestionaments procedents dels corrents ecologistes

3.1. Fonaments de la consciència ecològica en l'agronomia

Les fites més importants en què possiblement s'ha basat i desenvolupat la consciència ecològica de l'agricultura, són les següents (Cadenas, 1995; Maroto, 1998):

- 1963. Raquel Carson publica als EUA *Silent Spring*, obra que a més de tenir un gran ressò popular, va provocar una investigació del Departament de Salut, Educació i Benestar dels EUA, sobre l'impacte dels pesticides agrícoles, que es féu públic el 1969.
- 1968. Primer Informe del Club de Roma, amb el títol *Els límits del creixement*, del qual se'n varen vendre dotze milions d'exemplars.
- 1972. Conferència d'Estocolm, convocada per l'ONU, sobre el *Medi Humà*.
- La revista *The Ecologist* publica *Manifest per la Supervivència*. A més de constatar el deteriorament del planeta, es formula un canvi de les forces productives per tal d'arribar a un equilibri estable dels ecosistemes, cosa que evita llur destrucció, i que també es pot aprofitar com a estabilitzador dels sistemes socials.
- Principis dels anys 70. Apareixen diverses obres sobre agricultura alternativa (biològica, orgànica, ecològica, etc.) de diversos agrònoms francesos i suïssos (Aubert, Dumont, Cadiou, etc.).
- 1980. Informe Global 2000, encarregat als EUA per l'Administració Carter a Barney, el qual encapçalava un grup d'experts sobre demografia i recursos.
- 1987. Informe Brundtand, enllestit per la Comissió Mundial per al Medi Ambient i el Desenvolupament, per tal de conèixer els efectes de la crisi ecològica mundial. Apareix per primera vegada el terme *sostenibilitat*.
- Manifestacions diverses del Club de Roma sobre agricultura, demografia, medi ambient, etc.

- 1992. Conferència de Rio, on s'arriba fonamentalment a la formulació de tres manifestos:
 - Declaració sobre el medi ambient i el desenvolupament.
 - Programa o Agenda 21.
 - Declaració de principis per mantenir i conservar no sols les terres amb major potencial agrari, sinó també les de baix potencial; aquesta declaració, però, no té força jurídica.

Alguns autors, irònicament, assenyalen que a Rio s'assisteix a la «culminació de la canonització del desenvolupament sostenible» (Cadenas, 1995).

A partir d'aquesta data s'obrí pas el concepte de *sostenibilitat*, aplicat no sols a l'agricultura, sinó també a tota la resta d'àmbits de desenvolupament econòmic.

Al llarg dels darrers anys d'aquest període, les opinions ecologistes progressen i, a molts països, arriben a consolidar-se com a moviments polítics.

En l'àmbit concret de l'agricultura apareixen nombrosos corrents, com el de l'agricultura orgànica, biològica, ecològica, integrada, etc. que parteixen de conceptes diferents, en ocasions amb dubtós suport científic.

3.2. Crítiques concretes als sistemes de producció

3.2.1. Ús abusiu de fertilizants

L'excés de fertilizants minerals, especialment l'ús de nitrats pot incrementar el contingut en nitrats, nitris i nitrosamines en els òrgans comestibles dels conreus, cosa que té un impacte molt negatiu per a la salut dels consumidors. També és prou usual que en terres d'agricultura intensiva es contaminin els aquífers per l'excés de nitrats aportats als conreus que es lixivien al capdavant. A més, un excés de fertilizants minerals pot induir a estrès osmòtic a les plantes i a una major susceptibilitat a plagues i malalties (Maroto, 2000). Molt sovint els fertilizants minerals substitueixen els orgànics, amb els problemes que això comporta de cara a l'estructura dels sòls i, àdhuc, a les pròpies disponibilitats de determinats micronutrients.

Uns altres problemes relacionats amb aquest tema són els derivats de la utilització d'adobs alternatius (fang i aigües de depuradora, àcids orgànics líquids, etc.), l'ús de determinats substrats poc degradables (p.e., la llana de roca) o naturals (turbes), i/o de sistemes oberts en cultius hidropònics, etc.

3.2.2. Utilització indiscriminada de pesticides

Possiblement aquest és el tema més candent i en el punt de mira de tothom. Malgrat els beneficis que la utilització de pesticides ha suposat per a la producció d'aliments, des que aparegué l'obra de Raquel Carson, anteriorment esmentada, l'impacte que estos productes químics tenen sobre els ecosistemes naturals ha estat un dels punts angulars de les crítiques «ecologistes», en moltíssims casos carregades de raó.

Cal recordar que el DDT, primer insecticida clorat de síntesi es va desenvolupar arran de la Segona Guerra Mundial, i a aquest s'atribueix la major part de l'èxit per a frenar la incidència de molts paràsits de l'home i dels animals domèstics, com ara els polls, les puces,

les mosques, els mosquits (en alguns casos fins i tot transmissors de malalties molt greus, com la malària), l'àntrax, el carbuncle, el tifus exantemàtic, etc.

A més dels danys que la utilització massiva d'insecticides —sobretot les aplicacions des d'avionetes—, inferia a bestioletes com els ocells —tesi fonamental del llibre *Silent Spring*—, a la Conferència d'Estocolm es varen constatar els perills i efectes nefasts que l'acumulació d'alguns pesticides produïen sobre els components vius de les cadenes tròfiques dels ecosistemes. Possiblement una de les qüestions més estelars en relació amb aquest tema fou la constatació que fins i tot al fetge de les balenes hi existien nivells perillosos d'insecticides clorats, cosa que dugué, inexorablement, a llur prohibició en els països desenvolupats.

De vegades s'imputa a la lluita química l'aparició de noves plagues agrícoles com a conseqüència d'haver trencat l'equilibri biològic, i, de fet, ni ha casos i exemples clars al respecte (p. e. *Panonychus citri*, un àcar dels cítrics). També han aparegut en molts casos, poblacions d'insectes i fongs resistents a insecticides i fungicides i, per últim, cal tenir en compte que a tots el països desenvolupats hi ha una gran preocupació pel tema dels residus de pesticides en plantes alimentàries —i de tot tipus—, i que les normatives i legislacions sobre els límits d'aquests residus cada vegada són més restrictives.

3.2.3. Ús de productes poc degradables i/o de costosa adquisició

Els plàstics, molt utilitzats en la moderna agricultura, de vegades creen molts problemes per la seua difícil degradació; aquest fou una de les característiques clau, per altra banda, que impulsà llur difusió. De vegades, en els plàstics, i a fi de millorar llurs propietats, s'hi inclouen polímers, que són productes perillosos des de la perspectiva mediambiental, com el níquel, el PVF, etc. Determinats substrats hortícoles, com la llana de roca, també plantegen problemes de degradabilitat.

L'excés d'utilització de maquinària agrària, de vegades, més que millorar les propietats de les terres, pot causar problemes diversos (p. e., compactació, per ús abusiu del roto-vator). A més a més, la mecanització agrària implica una major dependència del petroli, fet particularment greu en països no productors del Tercer Món.

3.2.4. Material de propagació vegetal

La millora genètica vegetal ha conduït, sobretot en els últims quaranta anys, a l'obtenció de genotips altament eficaços des de la perspectiva productiva. En aquest sentit, els cvs de forment i el blat de moro procedents del (Centre Internacional per a la Millora del Blat de Moro i el Blat), les línies d'arròs de l'IRRI, els híbrids en plantes hortícoles o industrials, etc., han suposat una fita importantíssima en la moderna agronomia.

A més d'una major potencialitat productiva, per procediments diversos s'han obtingut genotips més resistens a determinades plagues, malalties o estressos ambientals, amb la qual cosa els nivells de rendiment s'han incrementat ostensiblement i, en alguns casos, s'han obtingut productes útils amb millors característiques organolèptiques i/o nutritives. Les modernes tècniques biotecnològiques s'albiren en l'àmbit de la transgènesi i l'enginyeria genètica com una possibilitat molt més ràpida i, de vegades, impossible en la Natura —en superar la barrera de l'espècie—, per a variar aspectes tan diversos com la resistència a plagues, malalties a determinats herbicides, canvis en la composició química dels productes útils de les plantes (p. e., en el girasol, increment del contingut d'àcid oleic), o variació en el color de les flors.

Les principals crítiques que hom fa a les varietats comercials modernes radiquen en què, en la major part dels casos, els camperols no poden reproduir al 100 % les característiques originàries; per altra part, llur adquisició es costosa i està en mans de firmes multinacionals —el que les fa d'utilització improbable en països pobres—; una altra crítica rau en que el seu ús desplaça les varietats autòctones, concentra la producció en determinats trets morfològics —de vegades suggerits per les firmes comercialitzadores—, cosa que origina una veritable erosió genètica del material autòcton, que deixa de conrear-se; així, hi ha el perill que es perdi un patrimoni genètic adaptat des de mil·lennis a les condicions del medi físic de cada zona en concret, que pot resultar importantíssim en el futur i davant determinades situacions —que poden no estar previstes en les modernes varietats—; i, per últim, es critica que moltes d'estes qüestions atempten directament contra la biodiversitat. En el cas concret de les plantes transgèniques, totes aquestes crítiques es mantenen, però a més, s'albiren encara altres influències negatives.

3.2.5. *Sistemes de producció animal*

En zootècnia, l'eficàcia productiva també ha estat clarament constatada. Val a dir que un porc, a principis del segle XIX, es sacrificava entre els dos i tres anys, amb un pes d'uns 40 kg; a mitjans del segle XIX, eixe porc, als dos anys, ja pesava 70 kg; a les darreries del segle XIX els porcs es sacrificaven amb un any, i amb un pes de 100 kg, que a mitjans del segle XX passava a ésser de 150 kg (Nusshag, 1967).

Les crítiques a la moderna tecnologia zootècnica en molts aspectes són semblants a les formulades en producció vegetal, però, des d'un punt de vista més específic, hom sol criticar els següents aspectes: l'alimentació animal, en estabulació, que està molt dirigida, i que abusa de productes poc naturals; l' excessiu desenvolupament de la integració, que deixa en mans de les firmes multinacionals i llurs estratègies comercials la totalitat dels processos productius, que, en conseqüència queden fora de l'abast directe dels ramaders; la utilització d'additius, antibiòtics, estimuladors del creixement (p. e., els esteroides, els betagonistes, etc.), o de determinades produccions (p. e., els estrògens per a incrementar la producció de llet), en tots els casos amb una influència negativa sobre la salubritat dels consumidors; els vessants incontrolats que solen derivar-se d'algunes explotacions i llur impacte ambiental, etc.

3.2.6. *Contaminació agroindustrial i de tot tipus*

El vessaments industrials en forma de metalls pesats o sals diverses (clorurs, sulfats, borats, etc.) poden contaminar, si no se depuren adequadament, els cursos d'aigua i els aquífers pròxims, inhabilitant-los per al consum directe i, de vegades, fins i tot per al seu ús com a aigües de reg.

La indústria agroalimentària també sol generar una gran quantitat de residus sòlids de natura orgànica, que pot contaminar de manera seriosa caus d'animals i aquífers.

Les indústries sintetitzadores i/o formuladores de fertilizants i plaguicides, a més dels residus sòlids o líquids, que poden contaminar aigües i terres pròximes, poden ser fonts de contaminació gasosa, de vegades amb conseqüències molt serioses (recordem p.e., el 1976, l'accident de Seveso, esdevingut en una planta formuladora d'herbicides hormonals, com el 2,4-D, a conseqüència d'una fuga de dioxines; o el de 1984 a Bhopal-India, en uns dipòsits de metilisocianat d'Union Carbide), tot i que en la major part de les ocasions els efectes no solen ésser tan espectacularment negatius.

4. Altres consideracions que qüestionen l'agronomia

L'agronomia és una ciència aplicada, integradora de molts coneixements procedents de ciències bàsiques (biologia, química, geologia, física, etc.) i tecnològiques derivades de l'enginyeria civil, que ha tardat més de deu mil anys en consolidar-se, i que ha dirigit tots aquells coneixements amb la finalitat concreta d'obtenir productes útils per a l'home —de caire vegetal o animal—, de manera que el procés productiu resulti el més econòmic possible i sense afectar negativament el medi natural.

Els aspectes d'abordatge pluridisciplinar que se li plantejaran a la futura agronomia, juntament amb els seus objectius clàssics, seran:

la manca d'aigua —en quantitat i qualitat—, recurs fonamental per a incrementar la producció d'aliments necessària per a una demografia humana en alça; *l'abandonament de les àrees rurals* —i, per tant, d'antiquíssimes zones d'ús agrícola—, i el creixement desmesurat de les ciutats; *la major demanda de materials bàsics per a usos humans* i no sols en forma d'aliments, sinó també fusta, paper, combustibles —productes molt habituals en els usos urbans—; *la desforestació i la desertització*.

Davant aquest panorama, de solucions en gran mesura complexes i molt locals, com és en si l'àmbit de la pròpia agronomia —concepte que ja podem veure reflectit en tractats clàssics com el de Columè P.P a al segle I o el d'Abú Zacaria al segle XII—, els ventijols que ens ha donat el nostre temps bufen en unes altres direccions, com són la de les generalitats, la de la globalització, la del món mundial, etc. Tot això desemboca en un estat d'opinió que prima socialment i científicament les aportacions bàsiques, com les bioquímiques, les biotecnològiques, etc. —molt més fàcils de trobar lloc en les revistes de l'índex de Filadèlfia—, en clar detriment, en tots els aspectes, del que és una activitat científico tecnològica complexa, integradora i local. Estes opinions són sovint la base de les intervencions de moltes comissions que avaluen la tasca agronòmica, imbuïdes per estes visions reduccionistes, molt més simplistes, poc realistes, però molt més productivistes exposades en «papers». Al canvi d'esta situació tampoc no hi contribueix la proliferació metastàsica de tantes i tantes escoles superiors d'agronomia, creades els últims quinze anys, en moltes ocasions partint de no res, arreu de tot l'estat espanyol.

Davant esta situació, el tronc aplicat i integrador que ha proporcionat els grans avanços de l'agronomia i, per què no dir-ho, de la humanitat —en haver incrementat notablement la capacitat de producció d'aliments—, es mou en un contorn d'altíssima vulnerabilitat, on en moltes ocasions les pseudociències i les paraciències poden trobar, en el modern científisme universalista, fins i tot possibles aliats contra l'agronomia *sensu stricto*.

5. Noves concepcions de l'agronomia: l'agronomia sostenible

No cal dir que moltes de les crítiques que, des dels corrents ecologistes, s'han fet a alguns dels mitjans que ha emprat la moderna agronomia, estan molt ben fonamentades; però, precisament, un ús adequat, racional i científic d'aquest mitjans faria desaparèixer la major part d'estos inconvenients, contribuint, així al progrés de la humanitat.

Si és que hom vol mantindre l'agronomia com a ciència, és evident que cal utilitzar amb rigor i amb un profund respecte mediambiental tots els mitjans de producció.

Els adobs, a l'ensem que el problemàtic recurs de l'aigua, deuen emprar-se d'una manera racional, d'acord amb les necessitats de les plantes —de les quals avui dia en tenim amplis coneixements—, i, tenint en compte l'impacte ambiental. L'ús de tots els recursos hídrics deu fer-se de manera prudent i realista, fins i tot aprofitant les aigües residuals i possiblement els fangs de depuradora (aquests darrers com a adobs); però, per a fer-ne un ús adequat, cal conèixer i disposar d'una legislació realista, que es faça complir, i d'una tecnologia que permeti un ús en condicions adequades d'estos subproductes mitjançant els controls adequats dels vessaments i llur depuració.

Els pesticides no poden emprar-se indiscriminadament, sense cap control. Una tasca fonamental de l'agrònom és aconsellar en cada ocasió davant de cada plaga o malaltia, i oferir les solucions més escaients: d'una banda, donar les solucions més efectives contra el patògen i, de l'altra, les menys problemàtiques per al medi ambient, els aplicadors i els consumidors. Tot això, tenint en compte que el món de la investigació en la química de síntesi en matèria fitopatològica està avançant a passes de gegant, i que ofereix, a la vegada, nous productes i noves solucions, com són: l'ús de feromones, modificadors del creixement d'insectes i fongs, repel·lents, paranyes sexuals, etc. (Primo, 1991). Tots aquests productes que estan a l'abast dels agrònoms per a ésser utilitzats. I tot això, conjuntament amb altres mitjans, com la lluita biològica —també desenvolupada per agrònoms, a Espanya, des de començaments del segle XX—, les possibles aplicacions futures de plàstics fotoselectius com a dissuasius de plagues o inhibidors del creixement de fongs, i les varietats resistents i tolerants a determinats paràsits (Maroto, 2000).

En matèria d'utilització de recursos poc degradables i/o irrenovables, la moderna agronomia també aporta solucions. Enfront a l'ús de plàstics convencionals per a encoixinats hi ha la possibilitat d'utilitzar plàstics o productes especials —fotodegradables, biodegradables, preparats cel·lulòsics, etc.—; davant els additius dels polímers plàstics d'ús discutible, com el Ni, hi ha alternatives com els HALS; com a alternativa a determinats substrats problemàtics en hidroponia, com les turbes, la llana de roca, etc., hi ha solucions degradables i renovables, com la fibra de coco, les corfes o fulles compostitzades de diversos arbres, etc.

Avui dia, existeix tota una teoria del maneig del sòl mitjançant l'ús de maquinària, el qual deu d'adequar-se a cada tipus de terra i cultiu, ja que, si l'ús de la maquinària és incorrecte, açò és imputable no a la pròpia maquinària, sinó al deficient coneixement de la teoria del seu maneig.

És evident que, en els últims anys, el material vegetal de propagació ha quedat en mans d'empreses multinacionals que monopolitzen el món de llur comercialització; però també és cert que, en una elevada quota, l'augment dels rendiments aconseguits es basa en l'obtenció de noves varietats. Els rendiments mitjans dels cereals a Àsia eren, el 1961, de 930 kg/ha, per la qual cosa, i tenint en compte el gran augment poblacional esdevingut a aquest continent, si s'haguessin mantingut les mateixes varietats i rendiments, el 1997 haguera estat necessari conrear 600 milions d'hectàrees addicionals (Borlaug i Dowsell, 2000). És evident que la millora genètica ha facilitat l'abastiment creixent d'aliments d'una demografia humana en augment i, en termes generals, no es pot imputar a esta part de l'agronomia la consolidació d'un model capitalista globalitzador. En tot cas, la responsabilitat d'esta situació cal cercar-la en la política dels països que han permés que açò s'afermara d'aquesta manera i, sobretot, als països que pertanyen a l'òrbita del Primer Món, ja que els països del Tercer Món no disposen d'estes tecnologies i han perdut la possibilitat de mantindre llurs propis bancs de

germoplasma. Pel que fa a les varietats transgèniques, el tema és quelcom més complex, però, éssent realistes, el més primordial seria regular llur introducció tot adoptant les mesures que asseguraren els menors riscos possibles per al medi natural, i denunciant, des d'una perspectiva científica i no visceral ni fòklòrica, els productes que sols ofereixen guanys als interessos de les multinacionals que els comercialitzen.

Des del punt de vista científic, també es poden fer recomanacions a l'àmbit de la zootècnia, on la clonació d'animals domèstics pot excedir els comentaris d'una ponència com aquesta; i, per suposat també es poden fer recomanacions a l'àmbit dels contaminants, on cal l'establiment d'un major grau de control de les administracions públiques.

L'adopció de totes estes mesures requereix l'adquisició d'uns profunds i amplis coneixements en les diferents disciplines en què es basa l'agronomia i, per assolir-los, cal obtenir una amplíssima i complexa formació integradora, la qual sols es pot aconseguir des de la perspectiva de l'estudi i el rigor científic. Ésser agrònom o practicar l'agronomia moderna, no implica —com he assenyalat alguna vegada als meus alumnes—, disposar lliurement d'un dipòsit de nitràt amònic, d'un vagó de metil-paratió i del cabal d'aigua derivat de la presa d'Assuan. Això no és agronomia. L'agrònom d'ara i de sempre deu saber emprar i valorar l'ús dels recursos, que poden ser problemàtics i que quasi sempre són limitats, i considerar que l'activitat agrària s'esdevé sobre el medi natural que hem de mantindre i conservar per als nostres descendents.

Actualment, i basant-se en conceptes anteriors, com el de l'agricultura integrada, s'ha obert pas, com diguérem a l'epígraf 3.1, el concepte de sostenibilitat i, per tant, d'Agricultura sostenible. Aquest concepte fa seues les motivacions que promogueren l'aparició dels corrents ecologistes, però sense menysprear altres aspectes, com els moderns mitjans de producció i la pròpia rendibilitat de l'activitat agrària. L'agricultura sostenible parteix de tres fonaments (Cadenas, 1995; Jiménez i Lamo, 1998):

— Sostenibilitat ecològica, de manera que el suport físic i els ecosistemes en què es desenvolupa l'agricultura se mantinguen, sense alteracions, al llarg del temps, per a futures generacions.

— Sostenibilitat econòmica, de manera que els practicants d'esta metodologia assolisquen una adequada viabilitat econòmica.

— Sostenibilitat social, de manera que els beneficis i costos d'aquest nou enfocament es distribuïsquen entre productors i consumidors, tant de la generació actual com de les generacions futures.

Aquest és el repte actual en què es mou l'agronomia moderna, immersa, en la nostra modesta opinió, en un excés de controvèrsies.

Bibliografia

- BERNAL, J. D. (1976), *Historia Social de la Ciencia*. 2 vol. Barcelona, Ed. Península.
- BORLAUG, N. E. I DOWSWELL, CH. (2000) «El agua y la agricultura. Una visión sobre la investigación y el desarrollo en el siglo XXI». *Agricultura*, 815 p. 343-348.
- CADENAS, A. (ed.), *Agricultura y Desarrollo sostenible*. Madrid, MAPA.
- CHILDE GORDON, V. (1971), *El progreso de la Historia*. Barcelona, Edicions 62.
- JIMENEZ, R. LAMO, J. (ed.) (1998), *Agricultura sostenible*. Madrid, Ed. Mundi Prensa.

- MAROTO, J. V. (1998), *Historia de la Agronomía*. Agrofuturo-Life. Madrid, Ed. Mundi Prensa.
- MAROTO, J. V. (2000), *Elementos de Horticultura General*. Madrid, Ed. Mundi Prensa, 2.
- NUSSHAG, W. (1967), *Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos*. Saragossa, Ed. Acribia.
- PRIMO, E. (1991), *Ecología Química. Nuevos métodos de lucha contra insectos*. Madrid, Ed. Mundi Prensa.
- RUSSELL, B. (1969), *La perspectiva científica*. Barcelona, Ed. Ariel.

DE LA INNOVACIÓN AL USO: DIEZ TESIS ECLÉCTICAS SOBRE LA HISTORIOGRAFÍA DE LAS TÉCNICAS

David Edgerton

Centre for the History of Science, Technology and Medicine, Imperial College, Sherfield Building, London SW7 2AZ

En este artículo propongo diez tesis que, si fuesen aceptadas, resultarían en una perspectiva sobre la historia de la técnica (y de la ciencia) muy distinta a la conocida a través no sólo de obras de divulgación, sino también de estudios académicos.¹ Discuto cada tesis independientemente, pero quiero presentar un argumento general. La historiografía de la técnica que se ha producido en el mundo anglo-sajón se preocupa de la innovación, pero confunde la historia de la innovación con la historia de las técnicas. Mis tesis tratan de las técnicas modernas, y derivan de ciertas tradiciones intelectuales anglo-sajonas que se han interesado por las técnicas. Reconozco estas limitaciones y la posibilidad de que en otros idiomas, otras especialidades académicas y otras tradiciones, lo que tengo que decir sea aún menos original de lo que me imagino. Por otro lado, espero que este artículo sirva como un resumen crítico, cla-

1. Anteriormente se han publicado versiones de este artículo en francés como «De l'innovation aux usages. Dix thèses éclectiques sur l'histoire des techniques» en *Annales HSS*, juillet-octobre 1998, Nos 4-5, pp. 815-837, y también en Roger Guesnerie and Francois Hartog (eds), *Des Sciences et des Techniques: un debat. Cahier des Annales 45* (Paris: Armand Colin, 1998), pp. 259-88, y en inglés en *History and Technology* Vol. 16, (1999) pp. 111-136. Pueden encontrarse comentarios sobre este artículo en *Annales*, pp. 721-744 (por Yves Cohen and Dominique Pestre) y también por François Sigaut and Frédéric Joulian en *Des Sciences et des Techniques*, pp. 289-311). Quiero expresar mi agradecimiento a Dominique Pestre y Yves Cohen que me encargaron este trabajo para el número especial de *Annales* en donde se publicó. El trabajo de Dominique Pestre en la traducción de este artículo desde su original inglés lo mejoró notablemente. La versión inglesa publicada posteriormente se benefició de ello e incluye algunos materiales que no se encuentra en la versión francesa original. La versión española aquí presentada deriva de aquella versión inglesa publicada. Quiero agradecer la ayuda incalculable de Xavier Roqué para esta traducción. Algunos elementos de este artículo han sido presentados en seminarios y conferencias en *Cambridge, Manchester*, el *Institute for Historical Research*, Londres, la *Cite des Sciences et de l'Industrie, La Villette*, la *Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales*, París, la *Universidad de la República*, Montevideo, Uruguay, el *Department of the History of Science and Technology*, en Stocolmo, y el *Department of the History and Philosophy of Science* de la Universidad de Atenas. Quiero expresar también mi agradecimiento a los estudiantes de master del *London Centre for the History of Science, Medicine and Technology* por su trabajo en versiones menos refinadas de los argumentos aquí presentados. He mantenido numerosas discusiones con John Pickstone sobre muchos de los temas aquí presentados; también mis colegas Graham Hollister-Short, Rob Iliffe, Lara Marks y Andrew Warwick me hicieron sus comentarios sobre una versión anterior. He apreciado especialmente el detallado comentario crítico de Alan Yoshioka. Paul David y Svante Lindqvist me enviaron artículos que, de otro modo, hubiese ignorado. Finalmente, agradezco también a Eric Schatzberg, Hans-Joachim Braun, Yves Cohen y Dominique Pestre sus comentarios.

rificación y exposición de ideas y de prácticas que me han sido útiles y que espero que sean útiles para otros, sobre todo para estudiantes.

1. Estudiar las relaciones entre técnica y sociedad requiere estudiar las técnicas en uso. Sin embargo, la historiografía de las técnicas y de las relaciones técnica-sociedad se centra preferentemente en la innovación, sin distinguirla de las técnicas en uso, a las que considera viejas y obsoletas

La afirmación que el estudio de las relaciones entre las técnicas y la sociedad depende del estudio de las técnicas en uso es una trivialidad. Es por eso, quizás, que es raro encontrarla en la literatura. Pero hay quien se ha atrevido. Por ejemplo, el historiador Sir George Clark comentó en 1937 que las máquinas para trabajar la seda «no tenían lugar en la historia económica de Inglaterra antes de la época de Sir Thomas Lombe; en la historia económica lo que es importante es la adopción y el uso, no la invención.» Además, para el historiador económico «la difusión de nuevas técnicas es tan importante como sus orígenes». ² El filósofo de la técnica Langdon Winner comentó hace años que los posibles impactos de las nuevas tecnologías eran un «jazzy topic» y que se podía conseguir becas para estudiarlos. Pero,

«nunca considerando seriamente son las técnicas y dispositivos cuyo desarrollo y impacto ocurrió hace décadas, y que ahora forman parte de la estructura del orden humano mundial. Estas [técnicas y dispositivos] son ‘dados’ e incontrovertibles, y no deben someterse al análisis científico o al debate político.»

En su opinión, «toda la estructura del orden tecnológico debería ser estudiada críticamente». ³ Nathan Rosenberg opina sobre las discusiones acerca del progreso técnico que:

«Desde hace varias décadas, muchos historiadores, incluso historiadores económicos, se han centrado en un único aspecto del progreso técnico: «quién fue el primero en hacerlo?» Estas cuestiones son importantes en la historia de la invención. Apenas se ha prestado atención a la velocidad con la cual las nuevas técnicas han sido adoptadas e incorporadas al proceso productivo. Verdaderamente, es como si la difusión no existiera.» ⁴

Rosenberg ha escrito que, por supuesto, «las invenciones sólo adquieren importan-

2. CLARK, G. (1949), *Science and Social Welfare in the Age of Newton*, Oxford, Clarendon Press, pp. 38-39. (originalmente publicado en 1937). Doy gracias a Rob Iliffe que me prestó este libro.

3. WINNER, L. (1977), *Autonomous Technology*, Cambridge, MA, MIT Press, pp. 225-6.

4. ROSENBERG, N. (1982), «The historiography of technical progress», en *Inside the black box*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 19.

cia económica en función de su introducción y difusión extendida». ⁵ Los economistas Paul Stoneman y Paul David insisten en que

«Las mejoras en productividad y calidad, y por tanto de bienestar económico y de rendimiento de empresas y industrias, no responden a la tasa de desarrollo de nuevas tecnologías, sino a la velocidad y al alcance de su aplicación en las operaciones comerciales.» ⁶

El ingeniero y historiador Walter Vincenti cree que

«es justo decir que la mayoría de estudios históricos se centran en la invención y en la innovación, en lo que ocurre en laboratorios de investigación... En la historia, como en la vida cotidiana, novedad y variedad son siempre más interesantes que la rutina diaria [...] Existe seguramente el peligro de que la preocupación por la novedad, por una parte, y una influencia indebida de los estudios de la ciencia, por otra, nos den una epistemología parcial o aun equivocada de la técnica.» ⁷

Carroll Pursell opina que «la historia de la técnica, tal como se la estudia hoy en día, privilegia el diseño sobre el uso, la producción sobre el consumo, y los periodos de ‘cambio’ sobre los que parecen ser estáticos y tradicionales». ⁸ El historiador sueco Svante Lindqvist, en la crítica más aguda y general del enfoque en la innovación que conozco, nota la falta de estudios de uso, y más interesante aún, de desaparición de las técnicas. ⁹ Es llamativo que mientras tenemos, en inglés, términos especiales para creación y novedad (por ejemplo invención, innovación) y para el aumento en uso (adopción, difusión) no los tenemos para el mismo uso o la disminución de uso.

A pesar de estas críticas, la gran mayoría de estudios históricos de las técnicas siguen siendo estudios de invención, innovación, novedades y cambio. Estos estudios son, sin duda alguna, necesarios y valiosos; pero existe el peligro de confundirlos con la historia de las técnicas. Así, ninguno de los comentarios realizados en un simposio sobre el estado de la his-

5. ROSENBERG, *Inside the black box*, p. 55

6. P. L. Stoneman and P. A. David (1986), «Adoption subsidies vs. information provision as instruments of technology policy», *The Economic Journal*, 96, Supplement, pp. 142-150, en p. 142

7. W. Vincenti, «Engineering Knowledge, type of design, and level of hierarchy: further thoughts about *What Engineers Know...*» en P. Kroes and M. Bakker (eds), *Technical development and Science in the Industrial Age* (Dordrecht: Kluwer, 1992), pp. 17,18

8. Pursell, C. (1995), «Seeing the invisible: new perceptions in the history of technology», *ICON*, 1, 9-15.

9. Svante Lindqvist (1994), «Changes in the Technological Landscape: the temporal dimension in the growth and decline of large technological systems», en Ove Granstrand (ed.), *Economics of Technology*, (Amsterdam: North Holland), pp. 271-288. Lamento mi desconocimiento de este artículo hasta que, amablemente, el Prof. Lindqvist me envió una copia. Debería ser de lectura obligada.

toriografía de la técnica celebrado en 1969 diferenciaba entre técnica e innovación.¹⁰ En un comentario sobre los nuevos trabajos que se hacían en los años 1970, Thomas Hughes sugirió que el cambio tecnológico era un tema emergente. Aunque distinguió entre los estudios de ‘cambio tecnológico’, las «historias internalistas de la invención», y también los estudios de «técnica y sociedad», tecnocracia y transferencia de la técnica, no llegó a distinguir entre técnica e innovación.¹¹ El conocido libro de Staudenmaier sobre la revista norteamericana *Technology and Culture* no subraya la preferencia clara por los estudios de innovación, lo cual es especialmente interesante ya que critica a la revista por la falta de estudios de obreros y técnica, conflicto cultural en transferencia técnica, técnicas no-occidentales, críticas del capitalismo, y mujeres y técnica.¹² Voy a sugerir que en cada uno de estos casos la preferencia por la innovación explica en gran parte estas ausencias.¹³ Igualmente sorprendente es el caso de una reseña de varios libros importantes publicados en los años 1980 entre los cuales había un estudio pionero del uso, el de Ruth Schwartz Cowan.¹⁴ Cabe destacar que en los últimos años

10. G. Daniels (1970), «The big questions in the history of American technology», *Technology and Culture*, 11, pp. 1-21; J. G. Burke (1970), «Comment: the complex nature of explanations in the historiography of technology», *Technology and Culture*, Vol. 11, pp. 22-26; E. Layton (1970), «Comment: the interaction of technology and society», *Technology and Culture*, 11, pp. 27-31; G. Daniels (1970), «The Reply: Differences and Agreements», *Technology and Culture*, 11 pp. 32-5. Véase también la discusión en 1974: R. Multhauf, «Some observations of the State of the History of Technology» *Technology and Culture*, 15, 1974, pp.1-12; E. Ferguson, «Towards a discipline of the history of technology» *Technology and Culture*, 15, 1974, pp.13-30; E. Layton, «Technology as Knowledge», *Technology and Culture*, 15, 1974, pp.31-41; y D. de Solla Price (1974), «On the historiographic revolution in the history of technology: commentary on the papers by Multhauf, Ferguson and Layton», *Technology and Culture*, 15, pp.42-48.

11. T. P. Hughes (1979), «Emerging themes in the History of Technology», *Technology and Culture* 20, pp. 697-711, en p. 699. Hughes representa un caso importante porque en su *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930* (Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1983), procedió incluso en la secuencia: «invención y desarrollo», «transferencia tecnológica», «crecimiento del sistema», y «momentum». Incluso este estudio, mucho más orientado hacia el uso que muchas narraciones históricas, está, sin embargo, profundamente interesado por la «evolución» de los sistemas eléctricos, y se centra notablemente en 1930. Notese, asimismo, que el libro de Hughes *American Genesis* (New York: Viking, 1989) es una historia de la invención y el desarrollo, y no de la tecnología americana.

12. J. M. Staudenmaier (1985), *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric*, (Cambridge MA: MIT Press. Véase también su artículo «What SHOT hath wrought and what SHOT hath not: Reflections on twenty-five years of the history of technology», *Technology and Culture*, 25, 1984, pp. 707-30, y los comentarios por John Rae y Melvin Kranzberg en el mismo fascículo (pp. 731-49).

13. Staudenmaier apuntó otra área de olvido: la innovación fallida. Se refiere al hecho que la mayoría de estudios versaban sobre las innovaciones tecnológicas que tuvieron éxito. Los estudios focalizados en la misma innovación deberían versar presumible, en su mayoría sobre innovaciones que fracasaron. Nuevamente, el problema reside en la mezcla de tecnología con innovación.

14. M. R. Smith and S. Reber (1989), «Contextual Contrasts: recent trends in the history of technology», en Stephen Cutcliffe and Robert Post (eds): *In Context: history and the history of technology* (Bethlehem: Lehigh University Press), pp. 133-49, revisando David Hounshell, *From the American System to Mass Production, 1800-1932: the development of manufacturing technology in the United States* (Baltimore: Johns Hopkins

han aparecido varios libros sobre técnicas en uso, pero no han establecido claramente la importancia de distinguir entre innovación y uso.¹⁵

Las historias generales de la técnica que pretenden discutir las técnicas en su totalidad, suelen organizarse alrededor de la innovación. Por ejemplo, el texto del arqueólogo industrial británico Buchanan, sobre el «impacto de la técnica de 1700 al presente» gira en torno a las revoluciones tecnológicas, y por eso se centra en los años posteriores a 1700, aunque como arqueólogo le interesen las técnicas en uso.¹⁶ La historia de Cardwell se centra aún más en la innovación; hasta los títulos de capítulos repiten las palabras «nuevo», «primer», o «ascenso».¹⁷ Estos trabajos, aunque recientes, podrían considerarse típicos de otra época. Sin embargo, estudios que se proclaman novedosos, influidos por la sociología de la ciencia, también se limitan al estudio de la innovación, aunque pretendan discutir temas mucho más amplios.¹⁸ Es cierto que algunos estudios amplían sus horizontes, pero sólo a las etapas iniciales de la difusión: por ejemplo, el conocido libro de Bijker llega hasta 1890 en su trata-

University Press, 1984); T. P. Hughes (1983), *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930* (Baltimore: Johns Hopkins University Press; David F. Noble (1985), *Forces of Production: a social history of automation* (New York: Oxford University Press); y R. Schwartz Cowan, *More Work for Mother: the ironies of Household technology from the open hearth to the microwave* (New York: Basic Books, 1983; London: Free Association, 1989), siendo este último el estudio sobre el uso.

15. Véase en particular C. Fischer (1992), *America Calling: A Social History of the Telephone to 1940* (Berkeley: University of California Press), y su introducción; K. Jellison (1993), *Entitled to Power: Farm Women and American Technology* (Chapel Hill: Duke University Press). Doy gracias a Eric Schatzberg. Véase también el reciente libro de Ruth Schwartz Cowan (1997), *A Social History of American Technology* (New York: Oxford University Press) y Cynthia Cockburn and Susan Ormrod (1993), *Gender and Technology in the Making* (London), un estudio maravilloso sobre el diseño, manufactura y uso de los hornos microondas. Asimismo, cabe notar que un reciente estudio sobre la historiografía del género y la tecnología no explora plenamente la distinción de la centralidad de la innovación/uso de la cuestión del género (Nina Lerman, Arwen Mohum and Ruth Oldenzeit (1997), «The Shoulders we stand on and the view from here: historiography and directions for research», *Technology and Culture* 38: 9-30.

16. R. A. Buchanan (1992), *The Power of the Machine: the impact of technology from 1700 to the present* (London: Viking).

17. D. S. L. Cardwell (1994), *The Fontana History of Technology* (London: Fontana), p. xiv.

18. Véase, por ejemplo, W. Bijker, T.P. Hughes and T. Pinch (eds), *The Social Construction of Technological Systems*, (Cambridge, MA: MIT Press, 1987); D. MacKenzie, *Inventing Accuracy*, (Cambridge, MA: MIT Press, 1990) y *Knowing Machines: Essays on Technical Change*, (Cambridge, MA: MIT Press, 1996); W. Bijker, *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical change* (Cambridge, MA: MIT Press, 1995); B. Latour, *Aramis, ou l'amour des techniques* (Paris: Editions La Decouverte, 1993). Para una crítica del centramiento en la innovación de estos estudios véase L. Winner, «Upon opening the black box and finding it empty: social constructivism and the philosophy of technology», *Science, Technology and Human Values*, 18, 1993, pp. 362-78 en pp. 368-9. Para críticas adicionales véase David Edgerton, «Tilting at Paper Tigers», *British Journal for the History of Science* 26 (1993): 67-75 y Yves Gingras, «Following scientists through society? Yes, but at arm's length!», en J.Z. Buchwald, *Scientific Practice: Theories and Stories of Doing Physics*, (Chicago: Chicago University Press, 1995), pp. 123-48.

miento de la bicicleta; hasta 1920 en el caso del plástico Bakelita, y 1945 para el tubo fluorescente.¹⁹

2. La historia de la innovación y la de la técnica son cosas muy distintas, en términos geográficos, cronológicos y sociológicos

El ámbito geográfico de uso de las técnicas ha sido muy diferente del de la innovación, sobre todo en los dos últimos siglos. La actividad innovadora ha sido mucho más concentrada al nivel del país, la región y la empresa, que el uso de la técnica en, por ejemplo, la producción industrial.²⁰ Un ejemplo importantísimo sería el de los Estados Unidos después de 1945: la economía más eficiente del mundo, dominaba la innovación mundial, más aún que la producción industrial. Dándole la vuelta al argumento —España, Grecia, y Argentina tienen un papel mucho más importante en una historia del uso, que en una historia de la innovación.

El estudio del uso requiere un desplazamiento temporal muy importante. La máquina de vapor, que en las historias aparece alrededor de 1800, fue más importante en 1900 que en 1800, tanto en términos absolutos como relativos, incluso en Inglaterra. El consumo de carbón aumenta año tras año hasta finales de los años 1980. En Inglaterra el máximo consumo ocurrió en los años 1950. Las nuevas industrias basadas en las nuevas ciencias del siglo XIX, tan estudiadas como representantes de la Segunda revolución industrial, eran pequeñas en comparación con las ‘antiguas’ industrias en 1900, y no alcanzaron su máximo nivel de desarrollo sino después de la Segunda Guerra Mundial. Además, hay ejemplos de antiguas industrias que crecen más que las nuevas: sólo desde los años 1960 se producen más bicicletas que automóviles.²¹ También hay que tener en cuenta que el mayor impacto de una técnica nueva sobre las tasas de crecimiento coincidirá con el momento de difusión más rápida, y este suele ocurrir mucho después de la innovación. El caso de la electrificación es el más estudiado a este respecto: el mayor impacto sobre la productividad industrial en EEUU fue en la década de 1920, y no en la de 1880.²²

Resulta esclarecedor atender a los aspectos espaciales y temporales teniendo en

19. W. Bijker (1995), *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical change* (Cambridge, MA: MIT Press). Pero véase R. Kline and T. Pinch, «Taking the Black Box off its wheels: the social construction of the American rural car» en K.H. Sorensen (ed), *The Car and its Environments: The Past, Present and Future of the Motorcar in Europe* (Luxembourg: European Commission, 1994), para una extensión al uso. Véase C.Chant (ed.), *Science, technology and everyday life, 1870-1950* (London: Routledge, 1989) para una colección de estudios, algunos de los cuales tratan, principalmente, de uso.

20. Para referencias véase David Edgerton (1996), *Science, Technology and the British Industrial 'decline', 1870-1970* (Cambridge: Cambridge University Press/Economic History Society).

21. Lester Brown *et al.* (1993), *Vital Signs* (London: Earthscan), pp. 86-89

22. P. A. David (1991), «Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a not-too-distant mirror», en OECD, *Technology and Productivity: the challenge for economic policy* (Paris: OECD).

cuenta la distinción entre innovación y uso. El primer uso de artículos de consumo como aspiradoras, por ejemplo, no fue muy distinto comparando los EEUU con Europa, pero su alcance fue mucho más elevado en los EEUU. La densidad de uso de muchos de estos aparatos eléctricos era tal en EEUU que en los años 20 tenían difusión semejante a la que se alcanzó en Inglaterra en los años 1950.²³ Los automóviles eran conocidos en casi todo el mundo a principios de siglo —la ciudad Argentina de Salta tenía más de 200 en 1915— pero la proporción de la población con auto varía enormemente. En la provincia de Salta hay muchos caminos sin asfaltar.²⁴ También hay casos famosos de autos viejísimos todavía en uso en partes del mundo: autos de los años 1950 en Cuba, y algunos de los años 1920 en Uruguay. En la India todavía se fabrican modelos británicos de los años 1950.

Además de las diferencias geográficas y temporales, se puede hacer también una distinción sociológica entre innovación y uso, ya que los usuarios son muy distintos de los creadores.²⁵ Como nota Pursell, en los estudios de la innovación no tienen cabida las mujeres, los negros y los pobres.²⁶ Tengamos en cuenta un punto más general: si atendemos al uso, nos daremos cuenta que los usuarios serán probablemente femeninos, no blancos, y pobres.

3. La confusión entre innovación y técnica es muy evidente en las historias nacionales; pero una nación no es el mundo en miniatura

Hay historias simplistas de la técnica que generalizan de forma radical relacionando esta u otra técnica con el destino del Hombre o de la Humanidad. Pero también hay que tener en cuenta las poderosas influencias del nacionalismo en las historias de la invención: la Enciclopedia Soviética es un buen ejemplo, pero existen muchos otros en los EEUU.²⁷ Más inte-

23. S. Bowden and A. Offer (1994), «Household appliances and the use of time: the United States and Britain since the 1920s», *Economic History Review* Vol. 47, 725-48.

24. Son datos del Museo de Salta.

25. Un estudio sugiere que la proporción de patentes concedidas a mujeres en los Estados Unidos era, en diez años seleccionados entre 1905 y 1921, solo del 1.4% (C. Pursell (1981), «Women inventors in America», *Technology and Culture*, 22: 545-49). Se consideraba a los Afro-Americanos incapaces de innovar, hasta el punto que un analista del número de patentes per capita apuntó que es «inadvisable to count in the colored populations of the United States and the British Dominions, since these people do not figure in invention» (S. C. Gilfillan (1930), «Inventiveness by Nation: a note on statistical treatment», *The Geographical Review* 20: 301-4., p. 301. M. Jefferson (1929), «The Geographic Distribution of Inventiveness», *The Geographical Review* 19: 649-64. Argumentó también que los EEUU tenían una baja inventividad per capita porque «the United States have a dilution in the negroes in our population» (p. 659).

26. Véase «Seeing the invisible: new perceptions in the history of technology», en *ICON* Vol. 1 (1995): 9-15.

27. David Hounshell, «Rethinking the History of 'American Technology'», en Cutliffe and Post, *In Context*, pp. 216-29, critica el nacionalismo en estudios de tecnología de los EEUU. Edgerton, «British Industrial R&D 1900-1970», *Journal of European Economic History*, 23, 1994 desarrolla el mismo punto respecto al caso Británico.

resante es que estudios de la técnica en el ámbito mundial se basan en análisis nacionales y nacionalistas: las grandes revoluciones tecnológicas en el ámbito mundial se han explicado basándose en innovaciones asociadas con Gran Bretaña, Alemania y Japón, en este orden.²⁸ Hasta hace poco se hablaba mucho de «sistemas nacionales de innovación».²⁹ En estos relatos hay, en cada periodo histórico, una nación, una técnica y unas relaciones sociales que lideran el desarrollo mundial: siempre hay otro país que hace las cosas mejor, y un país que es el mejor de todos.³⁰

En este discurso nacionalista se asume que el sitio de la innovación debiera ser y en general es el sitio de mayor uso.³¹ Sin embargo, no es difícil encontrar contraejemplos: la industria automovilística alemana no fue fuerte antes de los años 1930; el avión, un invento estadounidense, se desarrolló mucho más en Europa antes de 1914. El mundo y la nación no son semejantes en términos tecnológicos: las naciones importan técnicas de otras naciones, mientras que creemos que el mundo es autosuficiente en técnicas. No solo esto: para la gran mayoría de países, el extranjero es la fuente más importante de nuevas técnicas.³² Las excepciones son, probablemente, Gran Bretaña en el siglo XIX y EEUU después de 1945.

Si no prestamos suficiente atención a la difusión de las técnicas entre las economías desarrolladas, es en parte porque usamos el concepto de «transferencia», que tiene sus orígenes en estudios de transferencia entre países ricos y pobres. Sin embargo, el tráfico de tecnología entre países con niveles parecidos de desarrollo, y los factores que lo controlan, son temas fascinantes. Los historiadores económicos explican las diferencias en función de los recursos naturales, los sueldos etc.³³ Las naciones han restringido el movimiento técnico con aranceles, cuotas y políticas de suministro nacionalistas, y estos mismos métodos se han usado para importar técnicas nuevas.³⁴ Las naciones también han perseguido políticas nacionales

28. C. Freeman (1987), *Technology Policy and Economic Performance* (London: Pinter).

29. Véase Freeman (1993), *Technology Policy* y el reciente estudio comparativo editado por R. R. Nelson, *National Innovation Systems: a comparative analysis* (New York, Oxford University Press).

30. En el caso Británico ese otro país acostumbra a ser Alemania o Japón, raramente los Estados Unidos. Véase Edgerton, *Science, Technology and the British Industrial Decline*.

31. Esto se encuentra normalmente expresado como una queja respecto a que la nación innovadora no es la utilizadora dominante de una tecnología particular: muchas naciones comparten la creencia de que son buenas como inventoras, pero malas en el desarrollo y uso de la tecnología.

32. Concluyo este punto mediante una informal observación de los objetos presentes en mi habitación: la mayoría no son de invención Británica. Más formalmente, Gran Bretaña es la fuente de aproximadamente un 10% de las innovaciones importantes de este siglo; no existe ninguna evidencia que Gran Bretaña haya menospreciado el uso de alguna proporción significativa del 90% restante.

33. Por ejemplo, P. A. David, *Technical Choice, Innovation and Economic Growth* (Cambridge: Cambridge University Press, 1975).

34. Véase por ejemplo: L. F. Haber (1973), «Government intervention at the frontiers of science: British dyestuffs and synthetic organic chemistry 1914-1939», *Minerva*, Vol. XI, pp. 79-94; A. Kramer (1978), «Fue-

de innovación para mantener y crear diferencias técnicas entre naciones, sobre todo, en armamentos. A pesar de estos esfuerzos, hasta en el periodo entre las dos guerras mundiales, la innovación y el uso de las técnicas se entienden mejor en el ámbito mundial que en el nacional.³⁵

Esta perspectiva internacionalista nos ayuda a entender que no deberíamos esperar que la innovación nacional determine la tasa de crecimiento de la economía nacional, argumento típico de tecno-nacionalistas en todo el mundo. La innovación nacional es solo una fuente (y en general una fuente pequeña) de técnicas para la gran mayoría de países. En general los países que gastan más en I+D tienen tasas de crecimiento modestas. Hay que tener en cuenta que si la innovación fuese el factor determinante en el crecimiento económico a nivel nacional, hubiera habido una divergencia espectacular³⁶ en vez de la convergencia que ha habido, por lo menos entre las economías más avanzadas, durante los últimos 150 años, debido a la transferencia de tecnología.³⁷ Estos argumentos sugieren que la financiación colectiva de la innovación —justificada por el fallo de los mercados— debería ser mundial y no nacional.³⁸

4. El enfoque sobre la innovación de la mayoría de los estudios sobre la técnica resulta en una débil relación entre la historia de las técnicas y la historia general. Por el contrario, el enfoque sobre problemas históricos conduce a historias de las técnicas en uso.

Aunque los historiadores de la técnica suelen lamentar la falta de interés de los historiadores «generales» por sus trabajos, este desinterés no es para nada sorprendente, ya que la innovación en sí tiene poco interés histórico.³⁹ Además, como hemos visto, la cronología

ling the Third Reich», *Technology and Culture*, 19, pp. 394-422; A. Stranges (1985), «From Birmingham to Bilingham: high-pressure coal hydrogenation in Great Britain», *Technology and Culture*, Vol. 26, pp. 726-57; A. S. Milward and G. Brennan (1996), *Britain's Place in the World: a historical enquiry into import controls, 1945-1960* (London: Routledge).

35. Jefferson, «Geographic Distribution».

36. Hay, sin embargo, un caso extremadamente importante de divergencia: los Estados Unidos. Al final del siglo XIX su renta per capita income era comparable a la existente en las naciones punteras Europeas; durante los años de entreguerras, y especialmente en los cuarenta y cincuenta era mucho mayor. Bien puede haber jugado la innovación un papel importante en las causas de esta divergencia.

37. Para referencias y una discusión con respecto a Gran Bretaña véase Edgerton, *Science, Technology*.

38. No pretendo, con esto, sugerir que no hay argumentos para la financiación de la investigación por el estado. Hay muchos; pero el argumento del caballero andante solitario no afianza precisamente esta razón. Véase Terence Kealey (1995), *The Economic Laws of Scientific Research* (London: Macmillan), una brillante crítica polemista.

39. Hunter Dupree, de acuerdo con Carroll Pursell, opina que «when the history of American science and

de las invenciones y la de la historia general son muy distintas. Es llamativo que los enlaces más fuertes se den con historiadores económicos influidos por la tradición de Schumpeter, que destaca la innovación.⁴⁰ Pero otras tradiciones nos han dado estudios de técnicas en uso. Por ejemplo, los estudios «cliométricos» de la revolución industrial han ampliado muchísimo nuestros conocimientos de las máquinas de vapor;⁴¹ las historias del «proceso laboral» conducen a historias de las técnicas de producción; las historias feministas han abierto el campo del uso de las técnicas en el ámbito doméstico;⁴² la historia militar y imperial también ha producido interesantes trabajos sobre la técnica.⁴³

El cambio de enfoque desde la innovación a la técnica en uso implica cambios en la formación de los historiadores de las técnicas, nuevos conocimientos y nuevos problemas de delimitación profesional. La relación del historiador con la técnica es un punto clave. Tengo que aclarar que el estudio de las técnicas en uso no es lo mismo que el uso de las técnicas. Estudiar la innovación es sólo un método más para estudiar una técnica; pero a pesar de esto se identifica el estudio de las técnicas con el estudio de la invención.⁴⁴ Recordemos que hay mu-

technology is properly understood, that knowledge would force us to rewrite American history as a whole» C. Pursell (1995), *The Machine in America: a social history* (Baltimore: Johns Hopkins University Press), p. xv. Para un intento de reescritura de una historia nacional en base a una nueva historia técnica véase mi *England and the Aeroplane: an essay on a militant and technological nation* (London: Macmillan, 1991). Escribiendo esta obra me quedó claro que la historia técnica de la aviación británica era realmente una historia de nuevos modelos. Se hizo muy difícil hallar datos sobre que modelos se utilizaron en un momento cualquiera. Pero una vez se consiguió, quedó claro, por ejemplo, que aviones diseñados en los años cincuenta se utilizaban todavía en los ochenta.

40. Véase David Landes (1969), *The Unbound Prometheus* (Cambridge: Cambridge University Press) para un fuerte Schumpeterianismo implícito, y J. Mokyr, *The Lever of Riches: technological creativity and economic progress* (New York: Oxford University Press, 1990), para una versión explícita. En mi opinión, los relatos neo-Schumpeterianos son muy diferentes de los Schumpeterianos, pero no me referiré aquí a este tema.

41. N. Von Tunzelmann (1977), *Steampower and industrialisation* (Oxford: Oxford University Press); C. Sabel and J. Zeitlin, «Historical alternatives to mass production: politics, markets and technology in nineteenth century industrialisation», *Past & Present*, No. 108 (1985), pp. 133-76; R. Samuel, «The Workshop of the world: steam power and hand technology in mid-Victorian Britain», *History Workshop* No. 3 (1977):6-72; M. Berg, *The Age of Manufactures, 1700-1820: Innovation, Industry and Work in Britain*, 2nd edition (London: Routledge, 1994).

42. Así, R. Schwartz Cowan, «The Consumption Junction: a proposal for research strategies in the sociology of technology», en Bijker *et al.*, *Social Construction*, p. 278 propugna un estudio de la tecnología orientado hacia el consumidor, centrándose en la etapa de «difusión»; pero es destacable que la autora considere necesario defender este punto notando que la difusión implica cambio, y que también alumbra la invención.

43. W. H. McNeill, *The Pursuit of Power: technology, armed force and society since AD 1000* (Oxford: Blackwell, 1983); D. Headrick, *Tentacles of Progress* (New York: Oxford University Press, 1988), y *The Invisible Weapon: Telecommunications and International Politics, 1851-1945* (New York: Oxford University Press, 1991). B. C. Hacker, «Military Institutions, Weapons, and Social Change: Toward a new history of Military Technology», *Technology and Culture*, Vol. 35 (1994): 768-834.

44. Véase, por ejemplo, Smith and Reber, «Contextual contrasts», p. 144 y también MacKenzie, *Knowing Machines*, p. 5.

chas técnicas para las cuales no tenemos ningún documento que ilumine su invención. Tengamos en cuenta, además, que las cosas cambian de otras maneras. El estudio pionero de Brand demuestra cómo cambian los edificios, en vez del énfasis normal en como el diseño de edificios ha cambiado, y con esto nos dirige a considerar unos aspectos importantísimos de la historia de las técnicas.⁴⁵ Los procesos de remodelación, mantenimiento, repación, reutilización, y reciclaje han sido fundamentales en la historia de las cosas y estructuras que nos rodean. Se puede escribir la historia de un puente, un barco o un edificio.⁴⁶

5. El «determinismo tecnológico» es la tesis que la sociedad es determinada por sus técnicas, aunque suele ser definido como la tesis absurda según la cual la innovación determina el cambio social

El «determinismo tecnológico» es un tema importante en la historia de las técnicas, sobre todo porque a su alrededor se discuten las más grandes cuestiones históricas y metodológicas.⁴⁷ El historiador Phil Scranton afirma que

«en los EEUU entre 1940 y 1960, el determinismo tecnológico estuvo más cerca de ser un artículo de fe, que en cualquier periodo anterior o posterior. La innovación tecnológica impulsó la economía nacional, dio pleno vigor a la sociedad de consumo, y reforzó la imagen americana en la nación y internacionalmente.»⁴⁸

Aunque tratar del determinismo tecnológico como artículo de fe sugiere que no lo deberíamos tomar en serio, es notable que sea definido a partir de la innovación, y que se proclame que tuvo su gran momento en un periodo histórico de gran innovación. Otro historiador

45. S. Brand, *How Buildings Learn: What Happens after they're Built* (London: Penguin, 1994). Para la importancia del mantenimiento véase también N. Rosenberg (1982), 'Learning by Using' in N. Rosenberg, *Inside the black box*, (Cambridge: Cambridge University Press). O sobre vigencia, mantenimiento, disciplina y democracia, véase Langdon Winner (1977), *Autonomous Technology* (Cambridge, MA: MIT Press).

46. Deberíamos añadir dos puntos. Primero, hay, sin duda, un momento en la historia en que, para muchos objetos, remodelado, reutilización, re-using etc., deviene imposible o demasiado caro (podemos remodelar nuestras casa, pero no nuestros coches). Segundo, el hecho de que podemos, y realmente cambiamos, objetos existentes apunta al hecho que afirmaciones como «modelamos nuestros edificios; y luego nuestros edificios nos modelan» son demasiado simplistas, ya que estamos remodelando continuamente nuestros edificios (S. Brand, *How Buildings Learn*, p. 3). Este punto tiene gran significado en las discusiones sobre determinismo tecnológico (véase más abajo).

47. Véase B. Bimber (1990), «Karl Marx and the Three Faces of Technological Determinism», *Social Studies of Science*, 20, 333-51, reimpresso en M. R. Smith and L. Marx (eds) *Does Technology Drive History? the Dilemma of Technological Determinism* (Cambridge, MA, MIT Press, 1994) para un extrañamente convincente análisis del sentido del «determinismo tecnológico». Véase también Edgerton, «Tilting at Paper Tigers».

48. P. Scranton (1995), «Determinism and Indeterminacy in the History of Technology» supplement to *Technology and Culture* Vol. 36, No. 2, p. S33.

habla de la «idea intuitivamente importante según la cual la innovación tecnológica es un motor importante de la historia contemporánea»⁴⁹ y otro afirma que «el progreso social es impulsado por la innovación tecnológica, que sigue un rumbo inevitable».⁵⁰ Debemos distinguir entre este determinismo de la innovación y el determinismo técnico, la tesis original, que es mucho más interesante.⁵¹

El determinismo técnico, por ejemplo, podría existir en sociedades con técnicas (¿y qué sociedad no las ha tenido!) pero sin innovación. Un antropólogo comenta que es difícil estudiar el determinismo tecnológico en sociedades modernas porque las técnicas cambian con tanta rapidez; es en las sociedades con poco cambio donde uno puede observar los efectos de cada técnica.⁵² La falta de innovación en ciertas sociedades sugiere limitaciones técnicas, lo cual sugiere a su vez un determinismo técnico.⁵³

Además, el determinismo tecnológico no requiere innovación, ni tampoco requiere cambio en una dirección o otra, ni sugiere que los cambios técnicos o sociales beneficien a la sociedad. No es en sí mismo una teoría ingenua del progreso; pero, en sus críticas a lo que llaman «determinismo tecnológico», los historiadores critican muchos argumentos distintos — por ejemplo, ideologías progresistas, una historiografía fijada en el presente, una imagen de la tecnología como producto de las fuerzas de la naturaleza.

Resulta irónico que la definición usada encuadre uno de los más importantes problemas en el análisis académico y popular — el enfoque en la innovación. Es más, muchos de los críticos piensan que el determinismo tecnológico es una teoría errónea de la innovación, que se puede falsear con ejemplos de innovaciones que son construidas por la sociedad o co-construidas con sociedad.⁵⁴

Si hay que criticar el determinismo de la innovación, podemos hacerlo así: pocas innovaciones llegan a ser usadas a gran escala; es el uso, y no la innovación, lo que determinará el efecto que tendrá una técnica. También es fácil criticar el determinismo tecnológico en su sentido original, no sólo porque exige que las técnicas sean dadas, sino también que la magnitud de uso sea dada.

49. De la introducción a Smith and Marx, *Does Technology Drive History?*, p. xiv.

50. Smith and Marx, *Does Technology Drive History?*, p. 38. Véase también pp. 2, 7, 85, 116, 146, 174, 249 para otras definiciones, implícitas y explícitas.

51. La tesis innovación-determinismo puede pensarse como una conclusión de la tesis sobre el uso. En cierta manera procede de: si las tecnologías en uso cambian debido a la innovación, entonces también cambia la sociedad. Sin embargo, se hace importante notar la compleja relación entre innovación y uso: la mayoría de las innovaciones no conllevan un uso importante.

52. Perdue in Smith and Marx, *Does Technology Drive History?*, p. 171.

53. Véase R. Heilbroner (1967), «Do Machines make history», *Technology and Culture*, 8, 335-45.

54. Por ejemplo, MacKenzie, *Inventing Accuracy*.

6. El determinismo tecnológico es una teoría de la sociedad, no una teoría de la tecnología

Lo interesante del determinismo tecnológico es su explicación de las sociedades;⁵⁵ pero debemos reconocer que tiene una posición marginal entre las teorías de la evolución de la sociedad. Por otro lado, debemos tener en cuenta que el materialismo histórico de Marx es considerado por algunos como una teoría de este tipo. Aceptando esto por el momento, hay que observar que en estos términos es una teoría que no funciona bien: la historia económica y social de Marx no es conforme con su historia tecnológica.⁵⁶ Tengamos en cuenta también que Weber replicó al famoso argumento determinista de Marx según el cual «el molino manual lleva a una sociedad con señor feudal, la fábrica de vapor, a una sociedad con el capitalista industrial», que sólo tenían justificación, y aun parcial, en su segunda parte: «la fábrica de vapor podría existir sin problemas en una economía socialista-estatalista. La primera parte es, sin embargo, completamente errónea: el molino manual ha existido en todas las estructuras económicas y superestructuras políticas.»⁵⁷

Si el determinismo tecnológico de Marx, suponiendo que exista tal cosa, no ha tenido mucho éxito, ello no quiere decir que todas las teorías que tengan un elemento de determinismo tecnológico deban ser rechazadas. Deberíamos preguntarnos, siguiendo a otro Marx, Leo, si se puede justificar el estudio especializado de la historia de las técnicas si uno no cree en determinismo tecnológico.⁵⁸ Lamentablemente no tenemos historias de las técnicas que aborden estas cuestiones. El estudio de la innovación no nos es de ninguna ayuda.

7. La difusión de una técnica no es una medida absoluta de su importancia; se deben tener en cuenta las técnicas alternativas

¿Cómo podemos determinar el significado histórico de una técnica, cuestión esencial en todo estudio de las relaciones entre técnica y sociedad? Esto se suele hacer de manera muy informal y cabe notar que las técnicas de mayor visibilidad cultural juegan un papel ge-

55. Edgerton, «Tilting at Paper Tigers».

56. Esto es, la transición del feudalismo al capitalismo predata la revolución técnica del principio del siglo XIX. La revolución técnica del principio del siglo XIX, no conlleva, según el punto de vista de Marx, una nueva revolución: la transición desde el capitalismo al socialismo debía seguir mucha más tarde. S. Rigby (1987), *Marxism and History* (Manchester: Manchester University Press). Véase también Bimber, «Three Faces» para un tratamiento inusualmente incisivo del determinismo tecnológico, que corta las bases de muchas discusiones posteriores. Para una discusión del trabajo de Lynn White véase B. Hall, «Lynn White's Medieval *Technology and Social Change* after thirty years», en R. Fox (ed.), *Technological Change: Methods and Themes in the History of Technology* (Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1996), pp. 85-102 y R. Holt, «Medieval technology and the historians: the evidence for the mill», en el mismo volumen, pp. 103-122..

57. Citado en B. O'Leary (1987), *The Asiatic Mode of Production* (Oxford, Blackwell), p. 209.

58. L. Marx, Book review en *Technology and Culture* Vol. 32 (1991), pp. 394-6, y notas cortas de Marx y Kranzberg, *Technology and Culture*, Vol. 33 (1992), pp. 406-7.

neralmente exagerado en las historias.⁵⁹ Los estudios más sistemáticos usan como medida la difusión, pero hay que tener mucho cuidado. Los economistas insisten en que tengamos en cuenta las alternativas, ya que la importancia económica debería ser medida a partir de la diferencia entre una técnica y sus alternativas. Dado que, en general, preferimos las mejores técnicas, aunque las alternativas se perfeccionen, el uso extendido de una técnica podría tener un efecto total mínimo. Sólo un tonto diría que las burocracias dependen de las grapadoras, ya que sabemos que hay muchos métodos para juntar hojas de papel. Sin embargo, en muchos casos nos cuesta identificar alternativas, a veces porque son invisibles.⁶⁰ Cuando tenemos en cuenta las alternativas, como lo hizo Robert Fogel en su célebre estudio del impacto de los ferrocarriles en EEUU en el siglo XIX, se reducen de forma importante los efectos, en este caso a unos pocos puntos del producto bruto en 1890.⁶¹ Von Tunzelmann demuestra que en la revolución industrial las máquinas de vapor resultaron en un ahorro económico muy modesto.⁶² Debemos reconocer también que es posible que se usen técnicas poco económicas⁶³, y que se ha dado el caso de que el uso extendido de una técnica ha generado pérdidas enormes, en comparación con el que hubiera generado el uso de técnicas alternativas.⁶⁴

8. La invención y la innovación raramente resultan en técnicas que lleguen a ser usadas, mientras que el uso guía y estimula la invención

El historiador George Basalla observa que «se pueden encontrar alternativas a casi todas las importantes invenciones modernas. La producción de novedad es tan grande, que

59. V. Bullough (1981), «A Brief note on rubber technology and contraception: the diaphragm and the condom», *Technology and Culture*. Vol. 22, pp. 104-111.

60. Los economistas acostumbran a ser rápidos en la búsqueda de alternativas. Los demás asumimos demasiado fácilmente que no existen. Daremos dos ejemplos anecdóticos: un artículo en la prensa Británica imaginaba como habría sido el mundo sin ordenadores; la conclusión era que difícilmente hubiera funcionado. Este pensamiento ignora no solo todas las alternativas que existían previamente, sino también cualquier alternativa de desarrollo técnico. (Henry Porter, «Life BC (Before the age of the Computer)», *The Guardian* 14/2/1996). Un segundo ejemplo se refiere a los estudiantes de ingeniería. A mi pregunta de que alternativas hay a los satélites para las comunicaciones a larga distancia no pudieron encontrar ninguna, a pesar de que se está cubriendo el mundo de cables de fibra óptica.

61. R. W. Fogel (1966), «The new economic history: its findings and methods», *Economic History Review*, Vol. 19, pp. 642-56.

62. Von Tunzelmann, *Steampower*.

63. Para estudios que apuntan la importancia de factores no-técnicos véase D. F. Noble (1985), *Forces of Production: a social history of automation* (New York: Oxford University Press) y Eric Schatzberg (1994), «Ideology and Technical Choice: the decline of the wooden airplane in the United States, 1920-1945», *Technology and Culture*, 35, pp. 34-69, y *Wings of Wood, Wings of Metal: Culture and Technical Choice in American Airplane Materials, 1914-1945* (Princeton: Princeton University Press, 1998).

64. R. Cowan (1990), «Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in», *Journal of Economic*

existen innovaciones semejantes para satisfacer casi todas nuestras necesidades, deseos o caprichos». ⁶⁵ Ya hace mucho tiempo las sociedades han producido más invenciones de las que pueden usar. Muchas de estas innovaciones han debido de ser «resistidas» por la sociedad. ⁶⁶ Sin embargo, en general se estudian las invenciones y innovaciones que se han difundido, ⁶⁷ las que resultan en cambios grandes, las derivadas de la ciencia ⁶⁸ y las que proceden de nuevas organizaciones innovadoras. El estudio de la innovación esta «por delante de su tiempo». Por ejemplo, los estudios de la innovación a fines del siglo XIX se centran en los casos de la química orgánica y la electricidad, y los emergentes laboratorios industriales, cuando la innovación en esa época estaba concentrada en otras áreas, y era típicamente el trabajo de individuos. ⁶⁹ Brevemente, la innovación no está determinada por el futuro, sino por el pasado y el presente, existe en campos nuevos y viejos, y ocurre en muchos contextos, y de muchas maneras que merecen investigación. Por ejemplo deberíamos reconocer mucho mas la importancia del diseño de navíos, autos, y aviones en nuestras historias. ⁷⁰

Otros autores argumentan que las técnicas en uso influyen muy directamente sobre la dirección de la innovación. Hace muchos años el economista Schmookler observó casos en donde el número de patentes seguía al uso de varias técnicas. Cuanto más se usaba, más se inventaba. ⁷¹

History Vol. 50, pp. 541-67; P. A. David, «Heroes, Herds and Hysteresis in Technological History: Thomas Edison and «The Battle of the Systems» Reconsidered», *Industrial and Corporate Change* Vol 1, No 1 (1992), pp. 129-80. Para un devastador análisis de costes y beneficios del programa nuclear británico, con algunos importantes comentarios generales sobre política, cultura y alta tecnología después de la segunda guerra mundial véase P. D. Henderson (1977), «Two British Errors: their probable size and some possible lessons», *Oxford Economic Papers* (July), pp. 159-94.

65. G. Bassala (1988), *The Evolution of Technology* (Cambridge, Cambridge University Press), p. 204.

66. Y todavía consideramos la «resistencia» como inusual y digna de especial consideración. Del mismo modo, en política científica se asume frecuentemente que el problema consiste en que proyectos hay que empezar, cuando el problema reside en anular proyectos. Cualquier política concerniente a la innovación requiere parar proyectos; pero nuestra cultura considera esto como una cosa negativa.

67. H.-J. Braun (1992), «Introducción» a *Social Studies of Science* Vol. 22, No. 3, «Symposium on 'Failed Innovations'».

68. Se puede ciertamente criticar un cierto número de relatos neoclásicos sobre el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico por centrarse desmesuradamente en la ciencia y la innovación radical. Véase N. Rosenberg (1976), *Perspectives on technology* (Cambridge, Cambridge University Press), pp. 61-84.

69. Véase Hughes, *American Genesis* para una defensa del inventor individual.

70. Véase especialmente W. Vincenti (1990), *What Engineers Know and How they Know it: Studies from Aeronautical History* (Baltimore, Johns Hopkins University Press), para un estudio de un gran número de casos particulares. Véase también S. H. Lindner and D. Pestre (eds.), *Innover dans la regression* (Paris: CRHST/Cite des Sciences et de l'Industrie, 1996).

71. J. Schmookler (1966), *Invention and Economic Growth* (Cambridge MA, Harvard University Press).

Otros ponen el énfasis en la acumulación de pequeños cambios en las técnicas en uso, en función de su uso.⁷² El «path-dependence» de la innovación a sido un tema de investigación en los últimos años, análisis que insiste en la importancia de lo que está en uso para el futuro técnico.⁷³ La adopción de una técnica, en estos casos, resulta en la concentración de actividad inventiva en las técnicas adoptadas.⁷⁴ Además los «Bottlenecks» o «reverse salients» que aparecen con el uso estimulan la actividad inventiva.⁷⁵ El uso conlleva aprendizajes muy importantes que no están incorporados en máquinas o procesos.⁷⁶

9. Si no debemos confundir la innovación con la técnica en uso, tampoco debemos confundir los cambios en el conocimiento con los conocimientos en uso

Hay otra razón por la cual exageramos el papel de los laboratorios de investigación en la historia de la innovación: vemos a estos laboratorios como sitios (y muchas veces el único sitio) donde se junta la industria y la ciencia, entendida como una actividad innovadora por naturaleza. Un historiador de la ciencia y de la medicina ha sido explícito: «La ciencia es a menudo concebida como un cuerpo de conocimiento. Si reflexionamos, concluiremos que esta no puede ser su verdadera naturaleza. La historia ha demostrado, muchas veces, que un cuerpo de conocimiento científico que no se desarrolla deja de ser ciencia. [...] La ciencia implica la creación de conocimiento, y ningún cuerpo de doctrina que no crece, que no sé este creando puede mantener por mucho tiempo las características de ciencia.»⁷⁷ La historia de la ciencia es la historia de innovación en ciencia, y la historia de científicos es la historia de investigadores; no reconocemos la importancia de los que enseñan, los que se ocupan de hacer pruebas rutinarias, los encargados del mantenimiento, etc., etc.⁷⁸ Sin embargo, Inkster tiene

72. Basalla, *Evolution*, pp. 26-43

73. David, *Technological Choice*, David, «Heroes, Herds, and Hysteresis», Hughes, *Networks of Power* y Cowan, «Nuclear Power Reactors».

74. Esto no solo concierne a las redes tecnológicas, como MacKenzie, *Inventing Accuracy* presenta en el caso de los misiles guiados.

75. Hughes, *Networks of Power*, y Rosenberg, *Inside the Black Box*.

76. Rosenberg, *Inside the Black Box*.

77. Charles Singer (1959), *A Short History of Scientific Ideas to 1900* (Oxford: Clarendon Press), p. 1,2. Publicado originalmente en 1941, bajo un título ligeramente diferente. El argumento, casi idéntico, aparece en la versión de 1941, y constantemente en las obras de Singer, según G. Cantor (1997), «Charles Singer and the early years of the British society for the History of Science», *British Journal for the History of Science*, Vol. 30, pp. 5-24.

78. David Edgerton (ed.), *Industrial Research and Innovation in Business*, Cheltenham, Edward Elgar, 1996b. *International Library of Critical Readings in Business History 14*, presenta ejemplos y contraejemplos.

toda la razón en insistir que la capacidad técnica de un país no se puede deducir de su capacidad en investigación.⁷⁹ La ciencia y la tecnología, han sido y son, maneras de conocer, y no necesariamente maneras de creación, de ideas o de cosas, aun después del desarrollo espectacular de la investigación desde fines del siglo pasado.⁸⁰

Las técnicas han sido asociadas con conocimientos formales desde mucho antes de la creación de laboratorios de investigación —pensemos en ingenieros y médicos. Y todavía hoy hay expertos que no son innovadores. Se da también el caso de que aquello que llamamos innovación no es sino una transferencia de un campo a otro. Además la innovación depende del uso activo de conocimientos existentes, muchas veces de manera rutinaria: por ejemplo en pruebas de eficacia, seguridad, etc. Deberíamos reconocer la importancia de lo que se ha llamado, «la invención de la invención», «la industrialización de la invención» y la «rutinización de la innovación» a esa paradoja discutida por Schumpeter de un mundo moderno con innovación pero sin innovadores

10. Pensar en la técnica como innovación es típico de la cultura del siglo XX

El entendimiento de la tecnología y de la ciencia como innovación está institucionalizado. Cuando los gobiernos dicen tener políticas de ciencia y tecnología, en general quieren decir que tienen políticas de investigación y de innovación. ¿Cómo podemos explicar la centralidad de la innovación? Pursell se queja que resulta de que la historia de las técnicas se escribe por hombres blancos de clase media (y añadamos, estadounidenses).⁸¹ Pero para ellos también la experiencia típica es el uso de las técnicas y no de la innovación. Basalla, cree que se debe a: 1) la pérdida o ocultación de técnicas antecedentes, 2) la aparición del inventor como héroe nacional en el contexto de sistemas de patentes, 3) la atribución exagerada a las técnicas de exagerado impacto económico y social.⁸² Más específicamente, MacLeod dice que el inventor heroico se instala en la conciencia británica en 1850-75 en el contexto de las polémicas alrededor de patentes.⁸³ David Nye nota que en los EEUU, a fines del siglo pasado, la gente se quedaba asombrada con las máquinas existentes, pero que en los años 1930 las exposiciones científicas con mayor éxito presentaban los proyectos futurísticos de los laborato-

79. Ian Inkster (1991), *Science and technology in history: an approach to industrial development* (London: Macmillan), pp. 89-128.

80. J. V. Pickstone (1993), «Ways of Knowing: towards a historical sociology of science, technology and medicine», *British Journal for the History of Science*, 26, pp. 433-58.

81. Pursell, «Seeing the invisible».

82. Basalla (1988), *Evolution*, pp. 57-62

83. C. MacLeod, «Concepts of Invention and the Patent Controversy in Victorian Britain», en Fox, *Technological Change*, pp. 137-53.

rios de las grandes empresas.⁸⁴ La historia de juguetes técnicos sigue las mismas líneas: en los años 1920 y 1930 solían ser versiones pequeñas de técnicas existentes, pero ya en los años 1950 se encontraban juguetes representando un futuro imaginado.⁸⁵

Según Paul David este futurismo tiene un significado político:

«Se puede entender que nos concentremos en el futuro, ya que podemos anticipar mejoras dramáticas en las circunstancias materiales de la mayoría de la humanidad sin tener que contemplar los conflictos abiertos provocados por la distribución de la riqueza existente. A largo plazo podría ser funcional para las democracias industriales modernas el que dirigieran sus energías a la conquista cooperativa de la «frontera infinita» de la ciencia y no a las luchas redistributivas.»⁸⁶

Pero, este futurismo resulta en una falta de análisis de las complejas realidades del cambio tecnológico-social, y perplejidad frente a la falta de cambio. El analista de los medios de comunicación escribe que: «desde los años setenta me fui haciendo consciente de la diferencia entre la retórica de rápido cambio tecnológico y la realidad de mi vida profesional de profesor y cineasta. Trabajando con película cuando el video debía haberlo suplantado me sugirió que el cambio ocurre mas lentamente que lo que es creído».⁸⁷ David Noble en un análisis que insiste en el poder conservador del cambio técnico, nota: «todos los importantes avances científicos, mientras aparentemente prometen una sociedad enteramente nueva, atestan al vigor del antiguo orden que los produce». Vivimos en un mundo extraño: en una «sociedad de dinamismo extraordinario que no iba a ninguna parte».⁸⁸

Un aspecto de esta retórica futurista y revolucionaria no ha sido suficientemente subrayado. Es que apenas cambio con el tiempo; no se revoluciona a sí misma.⁸⁹ Se nos ofrece siempre el mismo futuro, aunque con nuevas bases técnicas. Por ejemplo, un futuro pacífico se ha prometido desde por lo menos el siglo pasado: nuevos medios de comunicación, el ferrocarril, el navío a vapor, la radio, el avión, y hoy internet iban a reducir el tamaño del mundo, y enlazar los pueblos en relaciones pacíficas. También las técnicas destructivas: los acora-

84. D. E. Nye (1994), *American Technological Sublime*, Cambridge MA, MIT Press.

85. J. Britton (1995), «Technology in Toyland: a study of miniature technology, 1920-1970», MSc Thesis, London Centre for the History of Science, Technology and Medicine, University of London.

86. David, «Computer and Dynamo», p. 317.

87. Brian Winston (1998), *Media, Technology and Society, A History: From the telegraph to the internet* (London: Routledge), p. xiii. La publicidad lo dice todo: «El fax se introdujo en 1847. La idea de televisión se patentó en 1884. La digitalización se presentó en 1938. Incluso el concepto de la «web» se sitúa ya en 1945.»

88. Noble, *America by Design*, p. xxiii.

89. Es interesante también que distrofias tecnológicas miran adelante a la espera de sociedades tecnológicamente más avanzadas, pero aquellas que no son innovativas.

zados, los explosivos de Nobel, los bombarderos, la bomba atómica iban a ser tan poderosos que la Guerra moderna sería impensable. Para vencer, estos cuentos tenían que ocultar su historia y en esto tuvieron mucho éxito. En 1945 el bombardero de repente dejó de ser una técnica pacifista, y fue remplazada por la bomba atómica. Esta obliteración de la historia no solo no solo nos hace ignorantes, sino también le da una falsa originalidad a las técnicas modernas, creando la impresión que nos presenta desafíos nuevos.

Conclusión

El futurismo tecnológico ha sin duda influido a nuestra historiografía en que innovación es el sujeto principal, y también en que confundamos la innovación con la técnica.⁹⁰ Es también llamativo que, en general, los estudios históricos de la técnica prefieren relacionarse con análisis contemporáneos de la innovación, y no con problemas históricos.⁹¹

Insisto que el argumento central de este artículo, que confundimos la innovación con la técnica, no es original; pero insisto que esta confusión continua con consecuencias serias para los conocimientos históricos. Este artículo también demuestra una falta de originalidad en ser una crítica metodológica de lo que se ha escrito; pero con una diferencia importante. También es mi argumento que tenemos, y hemos tenido por mucho tiempo los recursos intelectuales para escribir una historia alternativa, sobre todo en la historia misma. Deberíamos poder acumular conocimientos, de distintas tradiciones, desconfiar a los que insisten en una manera de hacer las cosas, y recordar que hemos vivido con la técnica durante mucho tiempo.

90. Edgerton, «Tilting at Paper Tigers»

91. Eg Bijker, *Bicycles, Bakelite and Bulbs* and MacKenzie, *Inventing Accuracy*.

SIMPÒSIUM

**RAMADERIA, VETERINÀRIA I CONSUM DE CARN
ALS PAÏSOS CATALANS (SEGLES XIV-XIX)**

LA DIRECCIÓ D'AGRICULTURA DE LA REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES NATURALS I ARTS DE BARCELONA I LA SITUACIÓ DE LA RAMADERIA A CATALUNYA DURANT LA SEGONA MEITAT DEL SEGLE XVIII

Pasqual Bernat

Centre d'Estudis d'Història de la Ciència Universitat Autònoma de Barcelona.

Paraules clau: *ramaderia, agricultura, Catalunya al segle XVIII.*

The Agricultural Section of the Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona and the situation of cattle farming in Catalonia in the second half of the XVIIIth century.

Summary: *With this paper I try to show and to examine what ideas the Agricultural Section of the Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona proposed to solve the problems in cattle farming in Catalonia in the second half of the XVIIIth century.*

Key words: *cattle farming, agriculture, Catalonia in the XVIIIth century.*

1. Introducció

Des de temps immemorial la ramaderia constituïa una de les principals activitats dels habitants dels àmbits rurals. Els ramats eren la font bàsica d'adobs per a l'agricultura, proporcionaven animals de tir als pagesos, subministraven aliments, com la llet, la mantega, el formatge o la carn, i proveïen de pells i llana les manufactures (Sliecher Van Bath, 1978, p. 419). Durant els segles de l'edat moderna, el creixement demogràfic havia forçat un increment en la demanda dels productes pecuaris que, automàticament, es va reflectir en una ampliació considerable dels ramats (Ardit, 1992, p. 20-22). Des de finals del segle XVII i al llarg del segle XVIII, aquest creixement ramader havia de xocar necessàriament amb el procés expansiu de l'agricultura a tota l'Europa occidental. Arreu, les rompudes feien recular les pastures en benefici de noves terres de conreu (Vilar, 1964, p. 433). Com calia esperar, els interessos dels amos de ramats i dels pagesos s'enfrontarien de forma irreconciliable en una llarga batalla jurídica que, amb diferents intensitats, va marcar les relacions d'aquests dos col·lectius en la majoria dels països de l'occident europeu (García Sanz, Sanz Fernández, 1988, p. 51-55). (Vilar, 1964, p. 245-253), (Bloch, 1952, p. 207-209), (Turner, 1984).

Cal preguntar-nos si tota aquesta situació va tenir el seu reflex en el nostre país. Se-

gons Vilar, els problemes entre ramaders i agricultors van existir, però no amb la mateixa amplitud que a altres indrets, i sempre circumscrits a un àmbit local (Vilar, 1964, p. 245). A banda d'aquests conflictes, el que sí que podem constatar és que la ramaderia catalana no passava pels seus millors moments durant la segona meitat del segle XVIII o, si més no, així ho semblava. L'opinió generalitzada dels contemporanis era que el sector ramader estava immens en una profunda «decadència» (Lluch, 1970, p. 126). Algunes apreciacions de viatgers, com la d'Arthur Young, que considerava la massa de bestiar del Principat ridículament feble per a la immensitat de terreny que li era lliurat (Vilar, 1864, p. 228), o una conjuntura alcista per als preus de la carn (Vilar, 1964, p. 393-396), poden servir-nos de botó de mostra dels nombrosos indicis que ens permeten intuir, almenys pel que fa al nombre d'efectius, que la cabanya catalana no estava en correlació ni amb les dimensions del país ni amb les xifres que el mercat li demanava. I és que la ramaderia estava deixant de ser una empresa interessant davant la rendibilitat més atractiva d'una agricultura en expansió, davant també, d'una substitució progressiva de la llana pel cotó en la manufactura tèxtil, i davant d'un aprovisionament força especulatiu i poderós del mercat barceloní amb carn d'importació (Vilar, 1964, p. 393). No cal dir que tota aquesta situació va moure voluntats i va generar el conseqüent debat entre els sectors més conscients del país. Precisament, en aquest treball que avui en plau presentar-vos s'intenta fer una aproximació als fils argumentals d'aquest debat; i per fer-ho analitzarem la discussió suscitada durant la segona meitat del segle XVIII a la Direcció d'Agricultura de la Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona, institució que en aquella època reunia en el seu si bona part dels hisendats més conscients i preocupats per la renovació i el progrés de l'agricultura del país. Efectivament, el debat en el si de la Direcció pel que fa a la ramaderia, que de forma esporàdica i esbossada ja s'havia deixat sentir en nombroses ocasions a través de moltes de les memòries que es van llegir a l'Acadèmia, assoleix la seva màxima explicitació en dos dels seus treballs més significatius: l'*Expedient sobre la cria de bestiar*, de 1766 (Expediente, 1766) i l'*Informe sobre la llibertat de matar moltons*, de 1789 (Informe, 1788) els quals, tot seguit, passem a estudiar d'una forma detallada.

2. L'expedient de 1766

L'11 de novembre de 1766, el secretari de la Conferència Físico-Matemàtica Experimental de Barcelona (antecedent immediat de la Reial de Ciències Naturals i Arts) comunicava als conferents reunits en la sessió d'aquell dia que la Reial Audiència, a instàncies del ministre d'Hisenda, els demanava assessorament sobre el foment del bestiar a Catalunya.¹ La raó d'aquesta consulta era donar resposta a la demanda d'Isidre Guix, rector de Sant Pere de Vilamajor, que, segurament en representació dels ramaders de la zona,² sol·licitava mesures

1. *Libro de Juntas y Resoluciones de la Conferencia Físico-Matemática Experimental de Barcelona*. Junta de l'11 de novembre de 1766.

2. Aquesta demanda s'ha de circumscriure en el context desfavorable en què estava instal·lada l'activitat ramadera del Principat; els propietaris de ramats no veien satisfetes les seves expectatives de pujada de preus de la carn, atesa la importació de ramats forans, sobretot francesos, i per aquesta raó s'adreçaven a les autoritats demanat protecció. En aquest sentit, i segons Vilar, el que va empenyer el grup de Sant Pere de Vilamajor a pro-

que protegissin la ramaderia catalana. El secretari de la Reial Audiència havia cursat requeriments similars a l'Intendent i al Fiscal del Rei (Iglésies, 1964, p. 125); en aquest sentit, el fet que també es comptés amb la Conferència a l'hora de cercar consell posa de manifest la volada institucional que aquesta corporació anava prenent. No deixa de ser també significatiu que s'acudís a la corporació acadèmica en recerca de consell sobre un tema agrícola; no podem pensar altra cosa que el ressò de la incipient activitat de la Direcció d'Agricultura havia traspassat els àmbits estrictament acadèmics, i que les autoritats n'estaven assabentades. D'altra banda, era la Direcció la que estrenava la sèrie de dictàmens i informes que al llarg del temps havien de convertir la institució acadèmica en un referent obligat en l'assessorament tècnic, tant d'instàncies privades com d'institucions de govern. Per tots aquests motius, l'informe sorgit d'aquesta consulta va constituir la materialització d'una de les principals aspiracions dels fundadors de la Conferència: la d'esdevenir una institució d'utilitat pública, capaç d'aportar solucions als problemes tècnics del país. És doncs, des d'aquesta perspectiva, que podem entendre perquè es van esmerçar tants recursos i esforços en l'elaboració de l'informe que ens ocupa.

Per a evacuar la consulta de seguida es va posar fil a l'agulla. Atesa la migradesa d'efectius de la Direcció d'Agricultura —aleshores només comptava amb tres membres—, es va decidir formar una comissió de suport amb cinc membres d'altres direccions: Francesc Bell, Josep Ignasi Mollar, Joan Antoni Desvalls, Francesc Sala i Carles Rosell.³ El primer pas que va fer aquesta comissió va ser l'elaboració d'una extensa enquesta —constava de trenta-tres preguntes— en la que es pretenia recollir informació sobre l'estat de la ramaderia arreu del país.⁴ El caràcter de les qüestions formulades era molt divers. A banda de demanar informació sobre la situació econòmica i jurídica dels ramats a cada localitat, es feia especial èmfasi en la situació, diguem-ne tècnica, del bestiar. La comissió s'interessava per l'existència de prats artificials, de les plantes que els constituïen, de la situació dels regadius, de les espècies que s'hi criaven, etc. En aquest sentit, podem inferir que els comissionats tenien ben present que tot allò que es relacionava amb els aspectes més pròpiament pecuaris —els estrictament tècnics— resultaven fonamentals per a l'elaboració del seu dictamen. Malgrat la forta càrrega juridicoeconòmica que els documents d'aquesta mena posseïen,⁵ crec que l'interès dels acadèmics per l'estat tecnològic de la ramaderia demostra que s'iniciava una manera d'enfocar els temes agraris que aniria convertint-se en la norma habitual en els treballs de la Direcció.

moure la seva representació davant el Ministeri d'Hisenda va ser una depressió puntual dels preus de la carn de moltó. Vegeu VILAR, Pierre (1964), p. 247 i LLUCH, Ernest (1970), p. 126.

3. Libro de Juntas y Resoluciones..., op. cit. Sessió de l'11 de novembre de 1766.

4. Aquest formulari, redactat en llengua catalana, es va repartir per tot Catalunya. Existeix transcripció a IGLÉSIES, Josep (1964), p. 361-366.

5. Per al cas de l'enquesta que ens ocupa, no oblidem que un dels membres de la comissió que la va elaborar era Francesc Romà i Rosell, d'àmplia formació econòmica i, per tant, amb una visió molt concreta dels problemes de l'agricultura. Sobre la figura i actuació de Romà i Rosell vegeu, LLUCH, Ernest (1966), p. 179-206.

La idea axial del dictamen que es va emetre després de la informació recaptada va ser la d'una ramaderia decadent, almenys en termes relatius. Es reconeixia una situació fiscal i jurídica desavantatjosa que només se superaria mitjançant les pertinents providències governamentals. Tanmateix, i sense massa circumloquis, els autors de l'informe es decantaven per la simplificació; es responsabilitzaven d'aquesta precarietat ramadera les proverbials esquerps de les pròpies condicions naturals del Principat:

... Cataluña, con suelo ingrato, montañoso, lleno de peñas; naturalmente estéril, árido y poco cuidado de un siglo a lo menos a esta parte no ha podido mantener en su reino el ganado necesario para el abasto de su fuerte población.⁶

Les propostes per capgirar aquest panorama no amagaven una certa radicalitat, com sembla que era habitual en els escrits d'aquest tipus (Lluch, 1970, p. 128). Les solucions propugnades atacaven directament el moll de l'os del problema. El país necessitava infraestructures. L'aridesa i l'esterilitat del sòl eren qüestions que només se solucionaven amb l'aprofitament racional de les aigües, tant superficials com subterrànies. Per aquesta raó, els conferents creien que aquest dèficit hídric podia minimitzar-se «si se pusiese en planta la acequia de Urgel, la del llano de Barcelona y otras que tal vez serían más fáciles y menos costosas en Cataluña».^{7 i 8}

Però no només calien infraestructures per superar les adversitats del medi, sinó que calia també preservar les pastures naturals que tradicionalment havien sostingut els ramats. En aquest sentit, resultava lògic que es demanessin, encara que de forma prudentíssima, providències per a limitar les rompudes. Menys cauteloses resultaven les crítiques a la Reial Hisenda, a la que s'acusava d'una gestió negligent dels boscos. I és que el bosc era vist com una reserva natural per al pasturatge; i si bé l'informe arribava a acceptar la inexorabilitat de les rompudes agrícoles, no deixava passar per alt la indolència amb què l'autoritat gestionava el subministrament de fusta per al Reial Servei.⁹ En aquest punt, els conferents, dintre dels límits de la increpància respectuosa, imprimien al dictamen un caire incisiu i apassionat, que podem considerar prou agosarat per a un document que s'adreçava a una institució governamental de l'antic Règim. En aquest sentit, l'informe es mostrava prou eloqüent quan denunciava el malbaratament dels recursos forestals:

...desde que los labradores, cansados de recursos infructíferos han talado los bosques con un género de desesperación para librarse en lo sucesivo del triste es-

6, *Expediente...*, op. cit.

7. *Expediente...*, op. cit.

8. Com podem observar, la referència explícita al canal d'Urgell posa de manifest la presència d'aquesta vella reivindicació en la ment dels nostres homes. Sobre la història d'aquesta infraestructura vegeu IGLÉSIES (1968).

9. Les actituds dels il·lustrats envers la política forestal del seu temps han estat estudiades a bastament per Urteaga (1988).

pectáculo de mirar cortados sus mejores árboles, sin exceptuar los precisos a algunos usos económicos de la agricultura y verlos pudrir a veces sobre sus tierras, sin poderlos aprovechar para el fuego, ni pagárseles aquello poco que tiene destinado la Real Hacienda, a cuya sombra se han cometido los mayores excesos, con muy poca o ninguna utilidad del Real Servicio, inventando los comisionistas y sus factores y dependientes todo género de compositos y aprovechamientos.¹⁰

Al mateix temps, els redactors de l'informe sol·licitaven l'ajuda directa als agricultors, perquè:

Considera la Real Conferencia que se restablecerían y multiplicarían las crías, se aumentaría el comercio de ganado y producirían más frutos las tierras de cultivo mayormente si el gobierno facilitaba más el recurso de cualquier opresión a la clase más pobre, más útil y más perseguida.¹¹

I aquí ens tornem a trobar amb una de les constants del pensament agronòmic dels agraristes il·lustrats. La figura del pagès segur, protegit, afavorit per l'entorn jurídic i estimular per l'acció governativa era la millor garantia d'un pagès actiu, emprenedor, predisposat als canvis i a les innovacions. I és que es veia la ramaderia com a quelcom que no podia sostenir-se de l'agricultura; tots dos rams havien de caminar de bracet si es volia aconseguir un creixement ramader sostingut; perquè, comptat i debatut, una pagesia ben atesa i satisfeta era l'agent transformador més efectiu en un sistema agrícola en el que el pes específic de l'acció humana resultava crucial.

3. L'informe sobre la llibertat de matar moltons

Dues dècades després de l'expedient ara esmentat, l'Acadèmia es tornava a pronunciar sobre el mateix tema. Aquesta vegada, però, els continguts i els termes del nou dictamen serien força diferents.

El 3 de març de 1787, Manuel Barba i Roca s'adreçava al fiscal del civil del *Real Acuerdo*¹² per notificar-li que, segons les seves observacions, detectava una alarmant minva d'ovelles a les comarques del Principat. Segons ell, aquesta davallada era deguda al sacrifici excessiu de bous que es duia a totes les viles i ciutats del país. Després d'aquesta argumentació sol·licitava que es prohibís o, almenys, se'n limités el sacrifici.

El *Real Acuerdo* va traspassar demanda de Barba a l'Acadèmia, tot demanant «todo el golpe de luz instructiva que en lo delicado de la materia es tan indispensable para que sobre

10. *Expediente...* op. cit.

11. *Expendiente...* op. cit.

12. En aquella data ostentava aquest càrrec Jacobo María Spinosa que també era membre de la Direcció d'Agricultura des de feia uns mesos. Vegeu l'expedient d'aquest acadèmic a l'arxiu de la RACAB.

ella recaiga sòlida providència». La resposta a aquest requeriment la va elaborar la mateixa Direcció d'Agricultura, a la qual pertanyien tant Barba com el propi fiscal. L'informe, però, va ser redactat per una sola ploma: la de Josep Navarro, director de l'esmentada Secció. El dictamen no coincidí en absolut amb els arguments del vilafranquí. Amb la seva mordaç contundència i el seu peculiar apassionament, Navarro considerava absurdes i perjudicials les demandes de limitació o prohibició del sacrifici de xais. L'informe, després de constatar que, efectivament, la cabanya catalana era insuficient i que calia fer importacions de França per satisfer la demanda, atribuïa aquesta situació a la manca endèmica de pastures a Catalunya. Un dèficit que s'argumentava de la següent forma:

Con un suelo ingrato, montuoso y árido, con una población de cerca de un millón de personas, y con una agricultura vastísima, floreciente y repartida en una infinidad de manos, es imposible que abunden los pastos en Cataluña y por consiguiente que pueda mantener dentro sus lindes el crecido número de ganado que necesita para su consumo.¹³

Aquesta situació no semblava preocupar excessivament Navarro, que creia ineluctable els factors que la produïen. És més, sostenia que un d'aquests factors, l'expansió de l'agricultura, era al mateix temps decisiu per a garantir el subministrament càrnic als mercats. I això perquè al Principat:

El arado y el azadón que han reducido sus pastos y han acabado con los invernaderos que antes tenía, le dan un sobrante de vino con que tiene y le sobra mucho para pagar a la Francia el ganado que le toma y unas porciones de trigo, aceite y otros frutos con que ahorra todo el dinero que de otra suerte tendría que satisfacer por ellos a la Inglaterra, Holanda y Mallorca, Aragón y Andalucía.¹⁴

Aquesta priorització de l'agricultura respecte a la ramaderia no se circumscrivia només pensament de Navarro, sinó que, com ha hem vist més amunt, obeïa a les directrius més àmplies del conflicte que des de feia dècades enfrontava agricultores i ramaders arreu de l'Europa occidental.

A Catalunya aquest conflicte s'arrossegava des de finals del segle XVII, i s'aguditzà durant la segona meitat del segle XVIII (Bosch, Congost, Gifré, 1997, p. 137-154). L'expansió de la vinya, per exemple, s'havia fet moltes vegades a expenses de terres que tradicionalment eren destinades a usos ramaders (Vilar, 1964, p. 245-257). Les demandes dels pagesos sol·licitant la prohibició de l'entrada de ramats als camps es va convertir en una de les principals motivacions dels plets rurals de l'època.¹⁵ Si bé no crec que puguem considerar Barba i Nava-

13. *Informe de esta Academia sobre si conviene...*, op. cit.

14. *Informe de esta Academia sobre si conviene...*, op. cit.

15. Plets que sembla que es van allargar en el temps i que van moure el mateix Navarro, uns anys més tard de l'informe que estem tractant, a continuar clamant mesures per impedir l'entrada dels ramats a les vinyes. Vegeu Navarro (1797, p. 42-43).

rrò dos representants genuïns dels dos bàndols que s'enfrontaven, sí que crec que tots dos prenen en aquell moment posicions contràries d'acord amb els seus interessos particulars. D'una banda, és molt probable que Barba, representant els interessos de ramaders de les contrades meridionals, després d'una anyada desfavorable, busqués alguna mena de compensació en la seva apel·lació a la fiscalia del civil i, d'altra banda, Navarro, amb interessos clarament lligats a la vinya i potser amb alguna mena de vinculació amb els importadors que controlaven el mercat càrnic barceloní, sancionava amb l'informe la preeminència que la Direcció havia d'atorgar a l'agricultura envers la ramaderia. Sigui com sigui, després de l'elaboració d'aquest dictamen es va dibuixar un nou escenari d'enfrontament entre aquest dos acadèmics; s'iniciava un procés d'enverinament de les seves relacions, que culminaria amb la sortida del mateix Navarro de l'Acadèmia el 1803, després de les crítiques de Barba i Marià Oliveras (també membre de la Direcció) a la seva Memòria sobre la vinya.

Bibliografia

- ARDIT LUCAS, MANUEL (1992), *Agricultura y crecimiento económico en la Europa occidental moderna*, Madrid, Síntesis.
- BLOCH, MARC (1952), *Les caractères originaux de l'histoire rurale française*, París, Colin. (Història Agrícola).
- BOSCH, M; CONGOST, R. I GIFRÉ, P. (1997), «Els bans. La lluita per l'individualisme agrari a Catalunya». Dins: ARNABAT, R. (coord.) *Moviments de protesta i resistència a la fi de l'Antic Règim*, Barcelona, Publicacions de l'abadia de Montserrat, p. 137-154.
- GARCÍA SANZ, A. I SANZ FERNÁNDEZ, J. *Agricultura y ganadería*. Artola, M. (coord.). Enciclopedia de Historia de España. Madrid, Alianza Editorial. Vol 2, p. 11-101.
- IGLÉSIES, JOSEP (1964), *La Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona en el siglo XVIII*, Barcelona. Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.
- IGLÉSIES, JOSEP (1968), *Els conflictes del canal d'Urgell*, Barcelona, Rafael Dalmau.
- LLUCH, ERNEST (1970), *El pensamiento económico en Cataluña entre el renacimiento económico y la revolución industrial: la irrupción de la escuela clásica y la respuesta proteccionista*, Tesis doctoral dirigida por don Fabián Estapé Rodríguez. Barcelona. Facultat de Ciències Polítiques, Econòmiques i Comercials. UB, 1970, vol I, II i III.
- LLUCH, ERNEST (1996), *La Catalunya vençuda del segle XVIII. Foscors i clarors de la Il·lustració*, Barcelona, Edicions 62. (Història).
- SLICHER VAN BATH, B. H. (1978), *Historia agraria de Europa Occidental (500-1850)*, Barcelona, Península.
- TURNER, M. *Enclousures in Britain (1750-1830)*, Londres, Mac Millan.
- URTEAGA, LUIS (1988) «La política forestal del reformismo borbónico». Dins: AA. DD, *El bosque ilustrado. Estudios sobre la política forestal española en América*, Madrid, Instituto Nacional para la conservación de la naturaleza/Instituto de la Ingeniería de España.
- VILAR, PIERRE (1964), *Catalunya dins l'Espanya Moderna*, Barcelona, Edicions 62.

CAVALLS, BOUS I VAQUES: SOBRE MANESCALIA I AGRONOMIA A CATALUNYA ENTRE L'EDAT MITJANA I LA MODERNA

Lluís Cifuentes

Departament d'Història de la Ciència. Institució Milà i Fontanals, Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC)

Paraules clau: *Manescalia, Agronomia, Catalunya, Edat Mitjana i Moderna, Pràctica, cavalls, Altres animals, Medi rural.*

Summary: *The discovery of the account book of a veterinarian who practiced in rural Catalonia near Barcelona at the beginning of the seventeenth century provides an opportunity to raise the question of the range of activities associated with such a practice. In effect, the account book proves that the veterinarian's practice included not only horses, as both medieval and modern sources imply, but also the entire group of animals in use in rural Catalonia. The excessive emphasis of internalist perspectives in research, the use of but a handful of sources and the lack of long-range studies have prevented us until now from adopting a more open viewpoint on this question.*

Key words: *Veterinary medicine, Agronomy, Catalonia, Middle Ages, Modern Age, Practice, Horses, Other animals, Rural area.*

En començar a estudiar la història de la manescalia a l'àmbit de l'antiga Corona d'Aragó durant els últims segles medievals, ja assenyalarem com un dels principals punts foscos l'extensió real de la pràctica del manescal sobre els diferents animals que, per al treball, el transport, l'alimentació o la guerra, envoltaven l'ésser humà durant el període preindustrial. Un punt fosc que no era aclarit per cap de les històries de la veterinària a l'abast, clàssiques o més recents.

La història de la manescalia, entre internalisme i externalisme

En aquesta breu contribució proposo una reflexió sobre les fonts a l'abast per a l'estudi de la manescalia i l'agronomia durant les èpoques medieval i moderna, que es pot fer extensiva a la difusió social de la ciència en aquests períodes. A partir d'un aspecte que pot semblar anecdòtic, com és l'abast real de la pràctica dels manescals sobre els animals, plantejo la

necessitat de ser desconfiats amb la literalitat de la documentació conservada, sobretot per a uns períodes l'estudi dels quals s'ha d'encarar amb una quantitat sovint molt reduïda de documents, la intencionalitat dels quals sol ser molt concreta i no es pot deixar de conèixer.

A causa de la manca d'una consulta sistemàtica de la documentació conservada (vull dir, documentació diferent de la dels mateixos tractats teòrics), les històries de la veterinària publicades fins ara han passat de puntetes sobre aquest tema, més important del que pot semblar, perquè en definitiva el que ens indicarà és l'abast social de la pràctica dels manescals. El manescal medieval i dels primers temps moderns, ¿era un pràctic tan sols al servei de reis i nobles, dels qui podien permetre's la possessió d'un animal tan car com un cavall, o bé, a part d'aquesta clientela, tenia alguna relació amb les explotacions agràries, amb el bestiar de labor i el que hi era criat per al consum de carn i els seus derivats?

Si ens limitem a un estudi internalista dels tractats de manescalia conservats, tant medievals com moderns, l'única resposta possible sembla afavorir la primera opció. Fins ara, els esforços que s'han fet per anar més enllà en el ventall de les fonts consultades han estat infructuosos en aquest punt. Tot i realitzar una consulta sistemàtica de les fonts conservades, el manescal medieval, i també el modern, se'ns apareix com un pràctic dedicat exclusivament als cavalls i, com a molt, als altres equins. El bestiar de labor i estabulat semblava abandonat a la cura dels mateixos camperols. Però, per què aquesta insistència en el cavall?

El cavall: un símbol medieval per als temps moderns

El cavall era, en els temps medievals, molt més que un animal. Efectivament, som davant, ni més ni menys, que del símbol per excel·lència de l'estament militar i dominant: la noblesa. És per això que no ens ha de sorprendre que els nobles, tot i tenir manescals al seu servei, sempre consideressin la manescalia com un conjunt de coneixements i una ocupació pròpia del seu rang. Així ho constatem en els tractats didàctics sobre la cavalleria, en la documentació conservada, en els textos literaris, en els adreçats a la formació del futur cavaller i en les mateixes obres de manescalia, tant medievals com modernes. Tampoc ens estranyarà que moltes d'aquestes obres de manescalia fossin escrites per membres de l'estament militar, encara que no totes: també en trobem d'escrites per manescals i, fins i tot, per metges, ja des del segle XIII. Aquesta extrema importància simbòlica del cavall farà que un membre de la noblesa i autor de manescalia, com fou Manuel Dies, es permetés en el segon quart del segle XV fins i tot de proposar una nova etimologia per a la paraula *cavaller*, que no dependria de *cavall*, sinó que seria el nom de l'animal el que derivaria de *cavaller*.

L'interès pel cavall i, lligat amb ell, per la manescalia, tindrà conseqüències directes sobre el mercat llibrari, sobretot amb l'adveniment de la impremta. Malgrat el procés de professionalització dels manescals, constatable des de la segona meitat del segle XIV, els impressors del tombant del segle XV al XVI insistiran a deixar els manescals en segon pla i, tot i esmentar-los, cercaran el mercat preferent i adinerat dels cavallers. Això no vol dir, en absolut, com s'ha deduït precipitadament de resultes d'estudis exclusivament internalistes, que els manescals no posseïssin llibres de manescalia. Malgrat la migradesa de la documentació conservada, ens consta positivament des de finals del segle XIV. Els posseïren, els escriviren, els adaptaren i se'ls copiaren, sense deixar d'acompanyar-los de qüestionaris teòrics per a la preparació de l'examen que, a mesura que avançava aquell procés de professionalització, els era

més i més exigít per poder practicar. Però aquests manescals semblen exclusivament interessats pels cavalls i pels altres equins, potser a causa de la clientela adinerada que suposaven els nobles i del prestigi social que tot el que es relacionés amb el cavall conferia.

La nova societat urbana sorgida a l'Europa llatina a partir del segle XI comportà la creació d'un nou sistema científic i mèdic, basat en la institució universitària i en l'aristotelisme, però també implicà la recuperació dels coneixements de l'Antiguitat en l'agronomia, igual com en la hipiatria.

Paral·lelament, doncs, veiem com els tractats d'agronomia s'ocupen també dels aspectes sanitaris dels animals útils en una explotació agrària, i d'alguns dels destinats al consum. El ventall d'animals tractats per aquestes obres serà creixent i s'hi aprofundirà més a mesura que s'eixampli per la base el seu públic: si els tractats que circulaven durant els darrers segles medievals, tant en llatí com en català, anaven adreçats primordialment a la burgesia que tenia cada cop més possessions rústiques, a partir de la segona meitat del segle XV, com veiem en els tractats d'Herrera o, de forma molt evident, en el d'Agustí, cerquen un públic de propietaris rurals que valora l'autosuficiència de l'explotació agrària.

És potser aquesta autosuficiència el motiu pel qual aquests tractats no esmenten mai la figura del manescal. Però sí que ens aporten una informació preciosa: l'art de la manescalia era apte per a tot el bestiar de peu rodó, i no tan sols per als cavalls.

Canvi o visualització a l'època moderna?

Tenim indicis, per tant, que ens deixen tot just entrellucar un panorama de la pràctica molt més complex del que les fonts conservades i, ben sovint, el seu ús limitat, ha permès entendre. Un document excepcional ha vingut a confirmar a bastament aquestes sospites. Es tracta d'un llibre de comptes de l'activitat professional d'un manescal a la Catalunya rural del segon quart del segle XVII, i de la qual ens n'ofereix una radiografia completa que, a diferència del que se'esdevenia en la documentació que coneixíem fins ara, ens parla en primera persona. És un manescal el que ens diu quin era el seu radi d'actuació, com era de variada l'extracció social de la seva clientela, fins a quin punt era vigent i difós el vocabulari tècnic de la manescalia, quins tractaments aplicava, quina proporció d'èxit i de fracàs tenia, quan i com practicava per compte propi i quan ho feia per a un altre manescal o pel municipi, com intervenia eventualment sobre els humans, quins eren els seus honoraris i com els obtenia, quan elaborava o comprava els medicaments, quins i a qui, i finalment quin era l'abast real de la seva pràctica sobre els animals: efectivament, aquests inclouen els cavalls, és clar, però sobretot els altres equins d'ús agrícola, i també tota la resta del bestiar dit de peu rodó: bous, vaques, cabres, ovelles i porcs. Just com indicaven els tractats d'agronomia. Una nova font que, amb salut i amb una mica més de sensibilitat per part de les institucions de recerca, espero que aviat podré publicar.

Ara la pregunta és: això era així en el segle XVII o també es donava durant els últims segles medievals? Sembla que hem de creure que, malgrat la documentació i els tractats conservats, així era també a finals de l'edat mitjana. Un cop més, no sembla haver-hi cap raó per traçar una suposada divisòria cap a l'any 1500. Un cop més, no podem continuar acceptant, malgrat tot, la visió que de l'edat mitjana ens transmeteren els renaixentistes amb la seva propaganda, i cal insistir en la llarga continuïtat que es produeix en les pràctiques i en els coneixements.

xements. Un cop més, podem comprovar la utilitat dels estudis que tinguin en compte també la llarga durada, i no tan sols els compartiments estancs de les èpoques en les quals ens hem especialitzat. I un cop més es demostra el valor d'una recerca que tingui en compte totes les fonts conservades, i no tan sols les que, ja fa massa temps, ens resulten més a l'abast.

Bibliografia

- ARGEMÍ, LLUÍS, *et al.* (1988), LLUÍS ARGEMÍ, JOAQUIM GARRIGA, MODEST PRATS, ALBERT ROSSICH I AMADEU J. SOBERANAS (ed.), MIQUEL AGUSTÍ, *Llibre de secrets d'agricultura, casa rústica i pastoril*, Barcelona, Altafulla [reimpr.: Barcelona, Altafulla, 1999].
- AULIARD, CÉCILE (1997); «Les maréchaux à l'époque médiévale: forgerons ou vétérinaires?», *Médiévales: Langue, Textes, Histoire*, p. 33, 161-173.
- BONNET, DELPHINE (1995), *Un manuscrit catalan du XV siècle «De re rustica»*, Tesi de llicenciatura de la Universitat de Paris X-Nanterre [dirigida per HENRI BRESCH].
- CAPUANO, THOMAS M., ed. (1990), *PALADIO, «Obra de agricultura», traducida y comentada en 1385 por Ferrer Sayol*, Madison, The Hispanic Seminary of Medieval Studies.
- CARABAZA BRAVO, JULIA M^a. (1994), «Una versió catalana de un tratado agrícola andalusí», dins: GARCÍA SÁNCHEZ, EXPIRACIÓN (ed.), *Ciencias de la Naturaleza en al-Andalus. Textos y estudios*, vol. 3, Granada, CSIC (Escuela de Estudios Árabes), pp. 169-92.
- CIFUENTES, LLUÍS (2001a), *La difusió de la ciència en català a la Baixa Edat Mitjana i al Renaixement*, vol. 1 (*La cura de la salut*) i vol. 2 (*El coneixement del món*), Barcelona, Curial Ed. Catalanes-Publicacions de l'Abadia de Montserrat, (en preparació).
- CIFUENTES, LLUÍS (2001b), *Una nova eina per saber i prosperar: l'ús del català en la literatura científica durant la Baixa Edat Mitjana i el Renaixement (segles XIII-XVI)*, Barcelona-Palma de Mallorca, Universitat de Barcelona-Universitat de les Illes Balears (Col·lecció Blaquerna, 3), (en preparació).
- CIFUENTES, LLUÍS, ed. (2001c), *La pràctica veterinària d'un menescal del Sis-cents: els comptes de Pere Forners, menescal rossellonès exercint a Piera, Montserrat i Esparreguera (1624-1633)*, (en preparació).
- CIFUENTES, LLUÍS; I FERRAGUD, CARMEL (1999), «El 'Llibre de la menescalia' de Manuel Dies: de espejo de caballeros a manual de albéitares», *Asclepio*, 51, 93-127.
- CIFUENTES, LLUÍS; FERRAGUD, CARMEL; I GARCIA BALLESTER, LUIS (1999), «Els menescals i l'art de la menescalia a la Corona d'Aragó durant la Baixa Edat Mitjana», dins: *Història de la ramaderia i la veterinària als Països Catalans. IV Col·loqui d'Història Agrària (maig del 1997). Actes*, Barcelona, Centre d'Estudis Històrics Internacionals-Universitat de Barcelona, 75-98.
- DUALDE PEREZ, VICENTE (1997), *Historia de la albeytería valenciana*, València, Ajuntament de València.
- GARCIA SANCHEZ, EXPIRACIÓN (1993-1994), «Traducciones catalanas de textos científicos andalusíes en la Corona de Aragón», *Sharq al-Andalus*, 10-11 [= *Homenaje a M^a. Jesús Rubiera Mata*], 385-401.
- GINER, ANNA, ed. (1986), *El 'Tractat d'Agricultura' de Pal·ladi: una còpia feta de la traducció de Ferrer Sayol*, Tesi de llicenciatura inèdita de la Universitat de València [dirigida per JOSEP TRENCHS].

METTMANN, WALTER (1980), «Eine Übersetzung des ‘Kompendiums’ von Ibn Wafid und andere altkatalanische Texte über die Landwirtschaft», *Romanische Forschungen*, 92, 350-358.

POULLE-DRIEUX, YVONNE (1966), *L'hippiatrie dans l'Occident latin du XIIIe au XVe siècle*, dins: Guy BEAUJOUAN, YVONNE POULLE-DRIEUX i JEANNE-MARIE DUREAU-LAPEYSSONNIE, *Médecine humaine et vétérinaire à la fin du Moyen Age*, Ginebra-París, Droz-Minard, pp. 9-168.

PREVOT, BRIGITTE; i RIBEMONT, BERNARD (1994), *Le cheval en France au Moyen Âge. Sa place dans le monde médiéval; sa médecine: l'exemple d'un traité vétérinaire du XIVe siècle, la «Cirurgie des chevaux»*, Orléans, Paradigme.

SACHS, GEORG, ed. (1936), *El libro de los caballos: tratado de albeitería del siglo XIII*, Madrid, Centro de Estudios Históricos [=Anejos del la *Revista de Filología Española*, 23].

SANZ ECAÑA, CESÁREO (1941), *Historia de la veterinaria española: albeitería -mariscalería- veterinaria*, Madrid, Espasa-Calpe.

TERRON, ELOY, ed. (1981), *Agricultura General, compuesta por Alonso de Herrera que trata de la labranza del campo y sus particularidades, crianza de animales y propiedades de las plantas*, Madrid, Ministerio de Agricultura y Pesca.

EL CONTROL SANITARI DE LA CARN AL SEGLE XIX

Martí Pumarola i Batlle

Departament de Medicina i Cirurgia Animals. Universitat Autònoma de Barcelona.

Paraules clau: *carn, higiene, veterinària, inspecció d'aliments.*

Meat hygiene at the XIX century

Summary: Scientific food inspection was worldwide organised during XIX century. A new profession assumed it: the veterinarian. Officially new laws were created to control and regulate their activities creating Public Health Services.

We point up the role assumed by Spanish veterinarians, especially Juan Morcillo, who started writing the first treaties about meat inspection and working for the development of food hygiene.

Key words: *meat, hygiene, veterinary, food inspection.*

La veterinària a europa als inicis del segle XIX

D'entre els avenços més importants relacionats directament amb el món veterinari al segle XIX cal destacar els següents: el desenvolupament de l'estudi de les malalties infeccioses, la identificació dels agents etiològics bacterians i vírics, la destrucció dels agents infecciosos i les vacunacions. La identificació i estudi dels agents parasitaris i de les malalties que provoquen serà de gran importància en la determinació i control dels aliments. L'estudi de les zoonosis, concepte fixat per Virchow per descriure les infeccions animals contagioses per a l'espècie humana, donarà el tret de sortida per organitzar de forma definitiva les feines de control dels aliments. El control dels animals malalts (aïllament-quarantena, evitar moviments, normatives legislatives adreçades a la salut pública) i el desenvolupament de la producció animal o zootècnia provocaran que conceptes com la higiene de l'explotació, l'alimentació, la selecció i la millora animals (llibres genealògics, races) es desenvolupin paral·lelament.

L'evolució de la formació veterinària a Espanya al llarg del segle XIX

L'actuació exitosa dels primers veterinaris titulats per la Real Escuela de Veterinaria de Madrid (REVM), fundada el 1792, fixarà el seu paper al llarg del segle. El paper que jugarà la REVM serà molt important. Apareixen les primeres figures veterinàries de la higiene dels aliments, com Ramón Llorente Lázaro, Catedràtic de Patologia General i Especial des de

1856. Va iniciar els cursos de Terapèutica i Policia Sanitària, i va publicar *Compendio de Generalidades de Patología y Terapéutica veterinarias con nociones de Policía Sanitaria* (1854) i *Elementos de Patología Especial Veterinaria* (1855). D'altres autors són José M. Giles, que publica *Higiene Veterinaria* (1848), o Santiago Gálvez Padilla, que tradueix a Còrdova el llibre de H. J. Roder *Tratado Analítico de Medicina Legal Veterinaria* (1841), obra fonamental per a aquest tema.

Fets importants seran la creació de la primera publicació científica de i per a veterinaris, el *Boletín de Veterinaria* (1845), que es publicarà fins el 1859 i que recollirà els coneixements veterinaris del país i de l'estranger, i la celebració a Madrid del *I Congreso Veterinario Español* (1895), que tracta, entre d'altres temes, de la creació de la figura de l'Inspector d'Higiene i Sanitat Pecuarias i de la Policia Sanitària.

La inspecció dels aliments a Espanya

L'any 1802 es publica des de la REVM un *Informe sobre la inspección de alimentos*, i es proposa a veterinaris formats per fer la inspecció. Posteriorment, també des de la REVM sorgeix el *Reglamento de Policía de carnes, aves y pescados* (1837).

L'any 1840 es produeix una epidèmia de febre aftosa a Madrid. Els veterinaris aconseguen controlar la malaltia i obtenen una bona acollida popular. L'ajuntament de Madrid crea aleshores el *Servicio de Inspección Veterinaria*, format per veterinaris especialistes, amb una remuneració assignada: realitzaran la inspecció de carns i peixos, substituint als antics *vededores* de carn dels escorxadors. Al mateix temps es procedeix a la redacció del *Reglamento de carnes y reglamento interior de las casas-matadero*. L'exemple de Madrid serà seguit per d'altres municipis.

La publicació a Xàtiva, el 1858, de la *Guía del veterinario inspector, o sea Policía sanitaria veterinaria aplicada a las casas matadero*, obra de Juan Morcillo Olalla, representa el primer treball escrit per un veterinari que estudia científicament la inspecció d'aliments.

Aquestes iniciatives arriben al *Consejo de Sanidad*, d'on sorgeix una Reial Ordre per la qual el govern de l'estat regula la Inspecció de carns feta per veterinaris a tots els municipis espanyols de més de 20.000 habitants (1859). És el primer cop a la història universal que això es produeix. La inspecció dels altres productes seguirà camins semblants a la de la carn. El 1865 apareix una normativa municipal que regula la inspecció de la llet a Barcelona, a la que seguirà, l'any següent, una Reial Ordre per la qual es regula la inspecció de la llet a tot l'Estat espanyol; posteriorment (1887), una altra Reial Ordre regularà la inspecció d'embotits.

La publicació de nous treballs de Morcillo sobre la cisticercosi i la triquinosi, on proposa el decomís de la carn infestada sense conèixer-ne el perill, suposen noves regulacions oficials aplicades a l'estudi de les carns, com és la Reial Ordre de 1883, per la qual es regula la necessitat del triquinoscopi per fer la inspecció de la carn.

Finalment, el 1904, Instrucció Sanitària atribueix a tots els municipis la capacitat per construir escorxadors, la regulació de la inspecció de tot tipus d'establiment i la creació de la figura de l'inspector de carn per a les poblacions de més de 50.000 habitants. El 1908 s'especifica per Reial Decret quines seran les funcions dels inspectors veterinaris i, el 1918, es publica la Reial Ordre de Reglament General d'Escorxadors.

La inspecció dels aliments arreu del món

Paral·lelament al que succeeix a l'Estat espanyol, en diferents països europeus s'elaboren normatives que regulen la inspecció. No serà, però, fins el 1867, amb motiu del Tercer Congrés Internacional de Veterinària, celebrat a Zuric, quan es planteja la necessitat d'organitzar la inspecció de la carn. Uns anys més tard (1872), a Viena es redacta el Reglament Internacional per la Inspecció de la Carn, amb l'objectiu de combatre les malalties infeccioses. Seguint l'exemple europeu i les normatives internacionals, es crea als Estats Units d'Amèrica el cos de veterinaris inspectors dels aliments, i se'n regula l'activitat. Així, a la Legislació de Massachusetts s'hi troben indicacions sobre la prohibició de l'adulteració de la llet (1856) i la prohibició de l'ús de la llet de vaques malaltes (1864). Montclair, un veterinari de Nova Jersey, reclama l'examen bacteriològic de la llet (1904). Chicago serà, el 1908, la primera ciutat on es consumeixi llet pasteuritzada.

Bibliografia

- CHIODI, V. (1981), *Storia della veterinaria*. Bolonya, Edagricole.
- CIFUENTES, L.; FERRAGUD C.; GARCÍA BALLESTER L. (1999), *Els Menescals I L'art De La Menescalia A La Corona D'aragó Durant La Baixa Edat Mitjana. Història de la Ramaderia i la Veterinària als Països Catalans. IV Col·loqui d'Història*. CEHI. Barcelona, Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- CORDERO DEL CAMPILLO M.; RUÍZ MARTÍNEZ C.; MADARIAGA DE LA CAMPA B. (1973), *Semblanzas veterinarias*. Vol. I i II, Lleó, Laboratoris Syva.
- DUALDE V. (1997), *Historia de la Albeiteria Valenciana*, València, Colecció «Estudis», 11, Ajuntament de València.
- DUNLOP R. H. I WILLIAMS D. J. (1995), *Veterinary Medicine, an illustrated history*, St. Louis, Ed. Mosby-Year Book Inc.
- KARASSZON D. (1988), *A concise history of Veterinary Medicine*, Budapest, Akadémiai Kiadó.
- SANZ EGAÑA C. (1951), *Historia de la Veterinaria Española, Albeiteria, Mariscaleria, Veterinaria*. Madrid, Espasa-Calpe.
- VITAL RUBÉRRIZ, P. (1984), *Historia de la Ciencia Veterinaria Española del Antiguo Régimen al Liberalismo (1792-1847)*, Tesi doctoral, Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

LA LLET AL SEGLE XIX: DE MEDECINA A ALIMENT

Joan Ràfols i Casamada

Resum

La llet no ha estat de sempre, com podria fer-nos creure equivocadament l'extrapolació del consum actual al d'èpoques més reculades en el temps, un producte alimentari usual i habitual per part de la gran massa de consumidors. Durant segles, molts segles, a les nostres àrees mediterrànies la llet ha tingut bàsicament un ús mèdic, i s'ha fet servir per curar, o intentar curar, malalties diverses i nombroses. És a la segona meitat del segle XIX quan comença a establir-se un cert consum alimentari de la llet que, a poc a poc, va creixent fins a arribar a l'actualitat, que es troba al voltant dels cent litres per persona i any. Les raons del canvi no estan clares, i són difícils d'esbrinar. En el present treball es proposen un parell d'hipòtesis que intenten explicar el perquè d'aquest canvi.

Introducció

Per començar, semblen imprescindibles unes paraules per explicar —i justificar— perquè en aquest simposi sobre «Ramaderia, veterinària i consum de carn als Països Catalans (s. XIV-XIX)» s'hi inclou una ponència que té com objecte la llet. En aquest sentit, i en primer lloc, s'ha de recordar que sense llet no hi hauria carn, i ens referim òbviament a la carn dels mamífers, deixant de banda altres carns com la de les aus, la d'alguns amfibis —qui no ha menjat alguna vegada cuixes de granota?—, i la rèptils, com llangardaixos, serps o cocodrils. I diem que sense llet no hi hauria carn perquè la llet és el primer aliment, imprescindible en l'ordre naturals, dels mamífers nounats. En això els humans en som un bon exemple: si la mare no pot alletar el seu nadó, per malaltia o pel que sigui, tot són problemes. Abans, la solució eren les dides, i ara, les llets maternitzades, que mai no són tan bones com la llet de dona i encara menys com la de la pròpia mare, que és, en condicions normals, l'òptima.

Hi ha encara un altre fet que explica i justifica aquesta inclusió de la llet al temari del simposi: així com a la cervesa se la coneix, històricament, com el «pa líquid»,¹ i així se l'anomena a vegades, també de la llet alguns autors en diuen la «carn líquida», assimilant-la, per la seva paradoxal similitud —tampoc és, però, que sigui tan extraordinàriament coincident— a la pròpia carn sòlida. Si més no, així l'anomena un popular metge nord-americà,

1. L'expressió de «pa líquid» aplicada a la cervesa sembla que ve de molt antic. Els italians són especialment aficionats a utilitzar-la, però també ha estat d'ús habitual pels anglosaxons. Pel que sabem ja s'usava a l'època del rei britànic Enric VIII, i ha servit, en anglès, (Liquid Bread), per donar nom a una pel·lícula antiprohibició que es va fer als Estats Units durant l'època de la llei seca.

John A. McDougall,² especialitzat en nutrició humana i autor de diversos llibres sobre alimentació i salut.

S'ha de dir també, i cal tenir-ho molt en compte, que els estudis de l'evolució del consum de llet s'han de fer necessàriament des d'una òptica temporal i eminentment geogràfica.³ Els resultats aconseguits en la recerca en una determinada població i en un determinat moment no són en absolut extrapolables a unes altres condicions i circumstàncies. Com sempre que s'estudien els comportaments alimentaris d'un determinat grup en un determinat moment, s'ha de tenir ben clar que existeixen les cultures alimentàries que, si bé és cert que evolucionen amb el temps, també ho és que ho fan amb una lentitud que gairebé podríem qualificar de geològica. Ara, però, a l'època de l'Internet, de la televisió i de la popularització de les vacances als llocs més exòtics del planeta, entre d'altres coses, sembla que la transferència dels diversos comportaments alimentaris s'accelera i agilita fins a límits que eren inimaginables quan encara no estaven disponibles les noves tecnologies de la informació i de la comunicació.

Fetes aquestes breus consideracions prèvies haurem de veure com va anar el canvi que s'anuncia al títol, és a dir, el pas de la llet de medicina a aliment, i què és el que en diuen els que van ser testimonis presencials dels fets.

Testimonis del canvi

D'entre els diversos testimonis escrits que disposem, en destaquem especialment dos, escollits per la rellevància dels seus autors que, a més de ser persones populars i conegudes, van ser també individus prestigiosos i de reconeguda fama en el llarg exercici de les seves professions.

El primer testimoni es refereix a les explicacions que la senyora Maria Vilar i Colom, filla de Mont-ras, a l'Empordà, donà a un net seu, que, afortunadament per a nosaltres,

2. La referència d'aquest autor l'hem trobada navegant per Internet, en un full que fa una organització anomenada PETA (People for the Ethical Treatment of Animals). El títol del full en qüestió és: «Milk: A Cruel and Unhealthy Product» (<http://www.peta-online.org/mc/facts/fsveg8.html>). Acudint als buscadors, es troba fàcilment molta més informació sobre la seva obra, les seves publicacions i les seves activitats de divulgació.

3. Per a una informació més amplia sobre aquests temes relacionats amb el consum i el proveïment de llet a Barcelona, es poden consultar els següents treballs de l'autor: RÀFOLS, J. (1994), «Barcelona, deu anys sense vaques», *La Veu del Carrer*, núm. De maig, p. 18; RÀFOLS, J. (1997), «La producció de llet: un futur incert?», *Quaderns Agraris*, núm. 21, p. 63-72; RÀFOLS, J. (1998 a), «L'evolució del consum de llet a Barcelona, segles XIX i XX. Causes, factors i circumstàncies connexes». In BLANES, G. I GARRIGÓS, L. (coord.) *Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Alcoi-Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, p. 423-428; RÀFOLS, J. (1998 b), «El abastecimiento de leche en Barcelona: de las vaquerías urbanas a las grandes superficies comerciales». In CAPEL, H. i LINTEAU, P. A. (coord.) *Barcelona-Montreal. Desarrollo urbano comparado*. Barcelona, Publicacions de la Universitat de Barcelona, p. 285-298; RÀFOLS, J. (2000), «La innovació tecnològica como factor de reubicación de la producción láctea». *GeoCrítica* (revista virtual de la Universitat de Barcelona) (<http://www.ub.es/rafol.htm>) 14 p.; RÀFOLS, J. «Criteris de qualitat de la llet consumida a Barcelona, segles XIX i XX». In *Actes de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (Tortosa, desembre de 1998) (En publicació).

resulta que era en Josep Pla, el qual va saber recollir la història a *El Quadern Gris*,⁴ el primer dels seus dietaris. A través de la seva lectura coneixem alguns dels fets de la vida de l'àvia paterna —l'àvia Marieta, en el llenguatge familiar— que sent germana d'un metge establert a Barcelona concretament a la Barceloneta, visqué a la Ciutat Comtal durant uns quants anys de la seva joventut; així ho relata el seu nét: «entre els anys 60 i 70 dels segles passat... [i] ... per casar-se amb el meu avi [escriu Pla des de Llofriu], Marieta Vilar vingué de Barcelona a l'època de la segona (sic) guerra carlina».

Pel que és deduïble, l'àvia Marieta devia d'anar a passar, de tant en tant, alguna temporada a Barcelona. en Josep Pla escriu, el 16 de febrer del 1919, el següent:

L'àvia Marieta és encara ací; però, segons diu, no hi està pas gaire bé. Treta del carrer Estret i privada de poder anar cada dia al mas amb el cistellet, es troba desplaçada.

—A Barcelona —em diu—, quanta gent no hi ha! Pel meu gust n'hi ha massa. Quan jo era criatura, cinquanta o més anys enrera, ens pensàvem que Barcelona era una gran ciutat. Era ben poca al costat de la d'ara. A més, tot és tan diferent del meu temps! Quan vivíem al pla de «Palacio» tothom feia carn d'olla cada dia. Ara he vist que a penes ningú no enfa. *I quantes lleteries no es veuen pels carrers! En el meu temps, la llet, només la prenien els malalts...* (els subratllats són nostres).

Amb aquestes explicacions, tan planeres i explícites, i que tan bé saben copsar el que Eugeni d'Ors en deia «les palpitations del temps», quasi que ja no faria falta cap més testimoniatge per posar en evidència el canvi, que és l'objecte d'aquesta ponència.

De totes maneres, encara que sigui repetitiu, val la pena exposar algunes de les coses que sobre el mateix tema, amb paraules òbviament diferents, escriví i publicà a l'abril del 1937 el prestigiós geògraf Pau Vila. Són paraules extretes d'una sèrie de tres articles sobre la llet,⁵ que en aquells moments era notícia per la seva escassetat, com tants d'altres productes alimentaris. Del primer d'aquests articles, en destaquem les següents frases:

Avui la llet és tan necessària com el pa; és un producte de primera necessitat [...] La generalització del consum de llet en l'alimentació familiar és, però, del nostre temps. [...] ningú no prenien llet que no fos per ordre del metge [...] aquella antiga concepció de l'alimentació làctia considerava la llet únicament i exclusiva com a pròpia d'un règim medical, curatiu; concepte que durà fins ben avançat el segle passat i fou corrent per tot Catalunya. [...] La llet era com si diguéssim una cosa fatídica; ningú en prenien, i la preocupació de la gent era tan gran en aquest punt, que fou creença que el qui prenien llet estava tarat del pit [...]

4. La història de l'àvia Marieta d'en Josep Pla es troba a: PLA, Josep, (1966), *Obra Completa. Volum I. El Quadern Gris, un dietari*. Barcelona, Edicions Destino, p. 89-90, 515.

5. Els articles en qüestió es publicaren a *La Publicitat*, els dies 6 (*La llet*), 18 (*La llet en el nou-cents*) i 25 (*La qüestió de la llet*) de l'abril del 1937, i han estat recollits i de nou publicats a: VILA, P. *Opinions d'un geògraf i actituds d'un ciutadà*. Barcelona, Curial, 1979, p. 119-128.

L'exposició d'aquests testimonis no vol dir, però, que no hi hagués hagut històricament un cert consum no terapèutic de llet líquida a les nostres terres, sobretot en la preparació d'alguns postres i pastissos, dels plats coneguts com menjars blancs, i d'altres, a més a més de l'ús que se'n feia addicionant-la al cafè, al te o a la xocolata. Tenim, afortunadament, unes magnífiques fonts d'informació per conèixer el paper de la llet en la dieta dels nostres avantpassats de l'edat mitjana, ja que un dels més antics llibres de cuina de l'Europa cristiana, el *Libre de Sent Soví*,⁶ manuscrit sense autor conegut, va ser fet i escrit a Catalunya, probablement el 1324. En les dues-centes vint receptes que s'expliquen al llibre, només en onze hi figura la llet, sempre de cabra, llevat de dos casos, en els quals no s'especifica l'animal de què procedeix. Sis d'aquests plats són de verdures, dos de carns i tres del que ara en diríem postres. De totes maneres, una llet vegetal, la llet d'ametlles, té al *Sent Soví* una presència molt més important que no la de cabra, i hi figura en moltes més receptes i, a més, en alguns casos, pot substituir-se per la d'animal, i a l'inrevés: a vegades es recomana substituir la vegetal d'ametlles per la de cabra.

Les coses són més o menys iguals en un altre famós llibre de cuina catalana, el *Libre del Coch*,⁷ del mestre Robert, editat —aquest és ja un llibre imprès— per primera vegada a Barcelona l'any 1520. Malgrat els dos-cents anys de diferència que hi ha entre el *Sent Soví* i el llibre del mestre Robert, sembla com si no hagués passat el temps pel que fa l'ús de la llet, igualment de cabra, —o d'ovella, en alguna ocasió—, que entra com a component d'uns quants dels plats que s'hi descriuen. I el mateix es pot dir pel que fa a la substitució de la llet de cabra per la d'ametlles, que s'utilitza alhora en un nombre considerable de plats.

A l'edat moderna, la difusió de begudes fetes amb dues noves substàncies vingudes del Nou Món, el cacau i el cafè —aquest considerat producte d'anada i tornada, atès que ja era conegut abans del descobriment d'Amèrica—, constituí una circumstància coadjuvant a l'ús alimentari de la llet, barrejada amb els esmentats cafè i cacau. A aquests productes se'ls hi atribuïen propietats medicinals, fet que presumiblement influiria en el seu èxit social. Cafè i xocolata tingueren els seus defensors i detractors, una mica com el que passa ara, però les dues begudes acabarien guanyant-se el favor del gran públic. Les dues són begudes estimulants, i les dues són, en major o menor grau, amargants. D'aquí la necessitat, o simplement la conveniència, d'afegir-hi sucre i llet.

De totes maneres, no s'ha d'oblidar que, en algunes cultures, la llet ha gaudir des de sempre d'un prestigi que fins i tot l'ha duta a convertir-se en un veritable mite. Considerada per alguns com una menja exquisida, no sempre a l'abast de tothom, potser pel seu gust particular, per la seva dolçor, i —perquè no?— per la seva raresa i escassetat, ha arribat a integrar-se en utopies difícilment assolibles. Així, per exemple, a la *Santa Biblia*,⁸ al segon llibre de Moisès, l'Èxode, al versicle 8, per explicar com serà la terra promesa, diu Jahvè als jueus que

6. *Libre de Sent Soví*. Barcelona, Ed. Barcino, 1979. Reedició crítica, a cura de Rudolf GREWE, de l'original manuscrit del segle XIV, conservat a la Biblioteca Universitària de Barcelona.

7. MESTRE ROBERT, *Libre del Coch*. Barcelona, Curial, 1996. Reedició crítica de l'original imprès el 1520, a cura de Veronika LEIMGRUBER.

8. *La Santa Biblia, antiga versió de Cipriano de Valera*. Madrid, Sociedad Bíblica, B. Y E., 1869, p. 56.

vivien esclavitzats a l'Egipte dels faraons: «y he descendido para librarlos de la mano de los egipcios, y sacarlos de aquella tierra á una tierra buena y ancha, á tierra que fluye leche y miel,...». I més endavant, al versicle 17, Jahvè insisteix amb la mateixa idea, dient: «y he dicho; yo os sacaré de la aflicción á la tierra de Canaan, [...] á una tierra que fluye leche y miel». Al paradís de l'Alcorà, la llet hi figura com una de les més delicioses begudes. Fins a la mitologia maia, el paradís es caracteritza per ser un lloc agradable i amè, per on corren la llet i la mel.⁹ A l'edat mitjana la mateixa idea era encara ben viva, ara incorporada a la terra de Xauxa, o de la Cucanya, país de l'abundor sens fi, on les cases eren de caramel i crocant, i els rius, segons quina sigui la versió, de vi o de llet. Encara ara, en algun diccionari recent, es troba com equivalent de «Jauja» el concepte de «land of milk and honey».¹⁰

Propietats terapèutiques de la llet

Abans hem destacat les virtuts medicinals de la llet en general, sense especificar les malalties contra les quals s'utilitzava. Fem-ne ara un repàs.

La ja clàssica i sempre ben informada *Enciclopedia Espasa* ens ajudarà en la nostra cerca, i així, per mitjà seu, sabrem que per als antics metges grecs la llet posseïa indubtables i nombroses virtuts medicinals, i que Hipòcrates, Areteu, Dioscòrides i especialment els de l'escola mèdica de Cnido, la prescrivien per curar nombroses malalties, com angines, febres diverses, tisi, paràlisi, epilèpsia, hipocondria, lepra, etc. Els romans, hereus i continuadors de la tradició grega, continuaren amb l'ús terapèutic de la llet, i Celi Aurelià, Galè i Cels la recomanaven en el tractament de diverses malalties. Les llets especialment recomanades eren la de burra i la de vaca negra, perquè l'animal amb el pelatge d'aquest color passava per ser més vigorós.

Per als tísics, com un cas particular, es recomanava la llet de dona, recomanació que seguí ben viva a través dels temps, ja que als segles XVIII i XIX continuava en vigor. En relació amb aquest fet, parlant en general de la llet, i més en particular de la de dona, l'abat Rozier¹¹ diu el que segueix:

La leche de mujer es el alimento natural de los niños. Se separa de la sangre, y se filtra en las tetas: merece la preferencia sobre todas las demás especies de leche porque es la mas analoga á nuestros humores. No solo sirve para alimentar a los niños, sino también para los hombres, en ciertas enfermedades. Guiado por esta observación, Lamure (1717-1787), célebre profesor de la universidad de Montpellier, dice que se debe preferir á todas las demas especies de leche en la tisis, la consunción, el marasmo y las úlceras gangrenosas.

9. Això és el que consta a la virtual Enciclopedia Encarta 2000, a l'entrada *Mitología Maya*.

10. Aquesta és l'equivalència que es troba al *Spanish-English Dictionary*, de MARTÍNEZ AMADOR, E. M. (1967), Barcelona, Ed. Ramon Sopena, 4a edició.

11. ROZIER ABATE (1844). *Nuevo diccionario de Agricultura teorico-practica y de medicina domestica y veterinaria*, tomo octavo. Madrid, p. 274.

El modo mas acertado de administrarla es mamándola en la teta de la mujer, porque ordeñándola en una vasija pierde y exhala, en el tiempo que es necesario para sacar una porcion suficiente, muchas partes volátiles que son muy útiles al enfermo: y las observaciones multiplicades que se han hecho prueban la utilidad de este método en las tisis incurables. Regularmente se da á los enfermos dos veces al día, y no toman otro alimento. Algunas veces se emplea tambien exteriormente como remedio dulcificante, y sirve para calmar los dolores de muelas y de oidos.

L'ús de la llet de dona en el tractament del mal d'orella, que tan freqüent és entre els nens, ha estat una pràctica habitual fins fa ben poc. Com a exemple, el cas de la dona d'un nebot nostre, que vivia de petita, cap allà els finals de la dècada dels anys 50, en un ambient rural agrícola, no massa lluny de Barcelona, i que va patir mal d'orella; es va donar la casualitat que una tia seva alletava un fill nounat, i tractaren i curaren la malalta amb aplicacions de llet de la tia. En l'actualitat, la nostra neboda, aquella nena del mal d'orella, gaudeix d'una finíssima oïda.¹²

La llet de dona ha tingut, pel que anem veient, uns usos insospitats i sorprenents. Potser, però, el més xocant i, en certa manera irrisori als nostres ulls actuals, és el que recomanava fra Miquel Agustí,¹³ prior del Temple de Perpinyà, l'any 1617, per aquells que patien d'insomni. La recepta en qüestió diu així:

De las lechugas se hacen muy buenos remedios; [...] la simiente polvorizada, mezclada con leche de muger (que haya parido hija) y con temas de huevo sirve para hacer un cataplasmo en la frente para los que no pueden dormir [...]

Els usos terapèutics de la llet han seguit recomanant-se fins ben entrat el segle xx. Retornant a la prestigiosa *Enciclopedia Espasa* trobem que, en el volum XXIX, publicat cap els anys de la Primera Guerra Mundial, hi diu:

La dieta láctea se halla, ante todo, indicada en las enfermedades del tubo digestivo. En la úlcera del estómago constituye el tratamiento de elección [...] para combatir la hiperclorhidria [...] en el catarro crónico del estómago [...] contra la diarrea y la disentería crónicas [...] en las enfermedades renales constituye la base de toda terapéutica [...] en la nefritis epitelial [...] en las albuminurias dispépticas [...] la nefritis parenquimatosa crónica [...] la uremia confirmada o probable exige el régimen lácteo exclusivo y lo propio puede decirse de la albuminuria gravídica o de la eclampsia [...] la hidropesia [...] en las enfermedades del aparato circulatorio obra favorablemente [...] y así, en la arteroesclerosis cardíaca produce excelentes resultados [...] en la aortitis aguda [...] contra la pleuresía aguda y la tuberculosis [...] en el tratamiento de la tuberculosis pulmonar, los infartos del hígado y del bazo, el es-

12. Comunicació personal de la senyora Marisol Rua, 1997.

13. AGUSTÍN, M. (1980), *Libro de los secretos de Agricultura, casa de campo y pastoril*. Barcelona, 1724. Edició facsimil, Tarragona, Llibreria Catedral.

treñimiento, las afecciones intestinales, la diátesis úrica y las afecciones consuntivas en general.

Avui, si bé no es recomana ni prescriu la llet com a fàrmac, sí que es recomana la seva ingesta, amb un nou enfocament dietètic, adduint que és un aliment molt complet, de gran valor nutritiu i, sobretot, molt ric en calci, la qual cosa sembla fer-la molt indicada per als nens i joves i per a les persones grans, en perill o en situació de descalcificació òssia. Així, per exemple —ho citem amb el desig de compendiar les opinions favorables al seu consum—, en J. García¹⁴ diu que:

[...] queda clar que és una opció intel·ligent incrementar, en termes generals, el consum de llet, especialment en el cas del grup de població que no arriba a satisfer les necessitats de calci. La llet és bona a qualsevol edat...

No tothom, però, pensa de la mateixa manera. Per citar algú d'aquí i d'ara, podem reproduir el que diu Ros Rahola¹⁵ sobre la llet i els productes lactis:

Els aliments no recomanables contenen abundant greix saturat i/o colesterol, i cal evitar menjar-ne sempre que sigui possible: [...] lactis sencers i formatges durs o cremosos [...]

Deixarem de banda els nombrosos autors nord-americans contraris a la ingesta indiscriminada de llet, tema que podria ser l'objecte de tot un extens estudi monogràfic i de moltes ponències com aquesta, però direm, a tall només de mostra, que a la llet se la qualifica de verí mortal (*Milk: The Deadly Poison*¹⁶), i que en Frank Oski, M. D., director del Departament de Pediatria de la Johns Hopkins University School of Medicine i metge en cap (Physician-in—Chief) de la Johns Hopkins Children's Center, ha escrit un llibre que du per títol *Don't Drink Your Milk!*¹⁷ A més a més, a la llet la fan responsable de ser causa, o factor coadjuvant, de nombroses malalties, com diabetis juvenil, cataractes, càncer d'ovaris, esclerosi múltiple, malalties cardiovasculars, artritis reumatoide, asma, al·lèrgies... i fins i tot, l'osteoporosi!

No és, però, una cosa exclusiva dels nostres temps trobar defectes i inconvenients a la llet quan se la utilitza com a aliment per als humans. Un català il·lustre, Arnau de Vilanova, professor a la prestigiosa Universitat de Montpeller, escriví, a començaments del segle XIV,

14. GARCÍA, J. (1994). «Què cal saber de la llet?» (II). *Catalunya Rural i Agrària*, núm. 7, p. 33.

15. ROS, E. (1996). «Diets i malalties cardiovasculars. Recomanacions de la Societat Espanyola d'Arterioesclerosi.» In: MEDINA, F. X. (ed.), *L'alimentació mediterrània*. Barcelona, Institut Català de la Mediterrània, p. 295-300.

16. Aquest és el títol d'un llibre, la referència del qual és la següent: COHEN, Robert. *Milk: The Deadly Poison*. Argus Publishing: 1998. 317 p.

17. OSKI, Frank A. (1992), *Don't Drink Your Milk: New Frightening Medical Facts about the World's Most Overrated Nutrient*. Teach Services Incorporated. 118 p.

un *Regimen Sanitatis ad Regem Aragonum*,¹⁸ on la llet no quedava tampoc gens ben parada. Pel que sembla, aquest és un dels productes que des de l'antiguitat van despertar els recels dels metges. Podria ser que aquests recels fossin deguts al caràcter de producte tan summament perible que presenta la llet, especialment en els dies calorosos habituals del clima mediterrani. Així, no ha de sorprendre el que diu P. Gil-Sotres, comentarista de l'obra d'Arnau de Vilanova, quan constata que

Els règims de salut medievals es comporten [...] d'una manera diferent segons hagen sigut escrits al sud o al nord d'Europa. Així, el règim de Maino i el de Chunrardus, redctats el primer a París i l'altre a Alemanya, manifesten, en relació amb la llet i els seus derivats, una actitud més positiva que els textos escrits a les riberes del Mediterrani. Gherardo de Solo, mestre de Montpeller, per exemple, en prohibeix absolutament el consum. Arnau de Vilanova, per la seua banda, limita la seua ingestió a quaranta-cinc dies a l'any: els que van des del quinze d'abril fins a final de maig, recomanant que es consumisca especialment en els primers quinze dies de maig.

Al mateix temps, és diferent el tipus de llet que s'usa. Els autors mediterranis recomanen l'ús, amb restriccions, de la llet de cabra, mentre que Maino col·loca per davant la llet de vaca i d'ovella [...] Hi ha, per consegüent, una especificitat regional, tant en el consum com en la procedència de la llet [...] al sud, la llet s'utilitza en molta menor quantitat i procedent del bestiar cabrum.

Els metges medievals de l'àrea mediterrània no sols restringien la ingesta de llet, sinó que, a més a més, imposaven el corresponent «modo de empleo», a l'estil del que podem llegir actualment als fulls explicatius que acompanyen els medicaments. Veiem què és el que diu al respecte el comentarista d'Arnau de Vilanova:

S'aconsella prendre la llet en dejú, al matí, una vegada que s'haja alliberat el ventre de les superfluitats i s'haja realitzat un lleuger exercici. La quantitat que Arnau de Vilanova recomana és de mitja lliura a nou o deu uncies; i després no ha de prendre's res, fins que haja passat un poc de temps i s'haja despertat la gana.

Això ens recorda els antics advertiments que rebíem, de petits, dels avis i dels pares, en el sentit que abans o després de beure llet, no es podia menjar ni beure segons quines coses, especialment fruites i vi. La sentència amb què es sintetitzaven aquests consells era que «la llet és molt senyora» i, conseqüentment, s'hi havia d'anar amb molt de compte.

Els inicis del consum

Sigui com sigui, i per les raons que siguin, el fet és que a mitjan segle XIX es passà d'un consum pràcticament inexistent a un consum incipient, molt petit, però que a poc a poc,

18. DE VILLANOVA, Arnaldi (1996), *Regimen Sanitaris ad Regem Aragonum*. Vol. X.1 de l'*Opera Medica Omnia*. Barcelona, Publicacions de la UB. p. 237-240. Edició crítica a cura de P. Gil-Sotres.

d'una manera segura i constant, s'anà incrementant fins arribar al seu màxim, que s'assoleix l'any 1987; després, aquest consum s'estabilitza i presenta fins i tot febles regressions. S'ha d'entendre que, als inicis, el consum era veritablement ínfim; l'absència de dades oficials feren dir, el 1934, a Josep Llovet,¹⁹ que «l'estadística exacta del consum a Barcelona està per fer» i, en conseqüència, s'ha de recórrer a vies indirectes per fer càlculs estimatius. Això és el que va fer Pau Vila, tal com explica en el primer dels seus articles abans esmentats. Segons diu, l'any 1857 el consum devia de ser, per persona i dia, d'uns dotze mililitres. Als primers anys del segle XX la xifra ja era considerablement més alta, de l'ordre dels 30-50 mililitres per persona i dia, i passaria a ser d'uns 120 mililitres l'any 1928. El consum màxim, del que s'ha parlat abans, corresponen al 1987, arriba als 124,6 litres per persona i any (aquestes són dades que corresponen al total global d'Espanya), que equivalen a 340 mililitres per persona i dia. És a dir, que en menys de cent cinquanta anys el consum de llet ha experimentat un increment de més del 2.700 % (dos mil set-cents per cent).

A manera de conclusions

Generalment, darrera els grans canvis (i aquest, indubtablement, n'és un) i darrera l'adopció d'innovacions científiques i tecnològiques, sempre hi ha l'empenta i l'empremta d'alguna persona concreta, més o menys ajudada per la gent que l'envolta, que forma la seva escola o equip. Sembla que darrere l'increment del consum de llet també hauria d'haver-hi algú, ja fos metge, científica o dietista, de forta personalitat i molt convincent, que expliqués el fet. Aquest personatge hipotètic, però, no se'ns ha fet evident, malgrat els esforços de recerca per trobar-lo. Això ens fa pensar que potser aquest augment no es deu a una sola persona, ni a un equip o escola, sinó a un cúmul de factors, causes i circumstàncies que ho feren possible.

D'una banda, el fet que la llet fos recomanada per la classe mèdica per la cura i el tractament de tantes malalties, les quals s'han enumerat abans, i pensant en allò de «val més prevenir que curar», podria considerar-se un factor de pes considerable a l'hora d'explicar-ne la difusió del consum. Podria ser que la gent pensés que abans que el metge els obligués a prendre llet, valia més que en comencessin a prendre pel seu compte, i podria ser que així s'estalviessin d'estar malalts i d'haver-lo de visitar. S'ha de tenir molt en compte, i val la pena de recordar-ho, que durant tot el segle passat i durant gran part del segle XX sobre cada casa, sobre cada família i sobre cada individu planava l'amenaça de la tuberculosi, veritable pesta blanca de la humanitat, que s'aferrissava especialment en els desnutrits i en els que vivien amuntegats en cases malsanes. La preocupació i la por per la tuberculosi, contra la qual estava molt indicada la llet, es feia evident arreu. Com exemple del que diem pot citar-se un personatge de la famosa novel·la de Camilo José Cela sobre el Madrid de la postguerra, *La Colmena*.²⁰ Aquest personatge està tuberculós perdut, i segons la seva promesa, la Victorita, es podria curar, amb medecines per descomptat, però sobretot, «comiendo hasta hartarse». Era

19. LLOVET, J. (1934), *La producció de llet i de vaques lleteres a l'Empordà*. Barcelona, Obra Agrícola de la Caixa.

20. CELA, C. J. (1995), *La Colmena*. Madrid, Ed. Cátedra, 8a edició.

el concepte de la sobrealimentació, de menjar per sobre de la satisfacció de la gana, que tan recomanada estava per a combatre la tuberculosi. Al concepte de sobrealimentació, la llet —a vegades la condensada— hi jugava un paper molt important. A un altre dels personatges de *La Colmena*, en Roberto González, la seva dona li fa prendre «vasos de leche de sobrealimentación», tot i que ell no n'està, de tuberculós, però per si de cas, ja que ha de treballar molt i durant moltes hores cada dia.

D'altra banda, s'ha de recordar que els grans consumidors de llet han estat històricament els pobles del nord d'Europa, segurament forçats a la seva ingesta per tal d'aconseguir el calci que en les seves condicions climàtiques els era difícil, si no impossible, obtenir d'altres fonts.²¹ En els seus moviments migratoris cap al sud, ens feren arribar molts dels seus costums alimentaris —l'afició per la carn, per exemple—, que anirien conformant, junt amb l'antiga dieta autòctona del món romà, un nou model alimentari, que Massimo Montanari²² qualifica de «romano bàrbar». Podria molt ben ser que l'increment en el consum de la llet que s'ha produït a Catalunya en general, i més concretament a Barcelona, fos simplement un resultat tardà d'aquesta aculturació alimentària, i que en certa manera podríem també qualificar de «sincretisme alimentari i gastronòmic».

De totes maneres, no ha de sorprendre que s'imitin els usos i costums d'una gent a qui molts consideren, o han considerat, superiors en molts aspectes. No oblidem que els nòrdics, com a conseqüència de l'evolució que anaren experimentant a través dels segles i dels mil·lennis, i de l'adaptació al seu clima fred i dur, són força diferents de com som els habitants més o menys autòctons de les ribes mediterrànies. Ells, i elles, òbviament, són alts, forts, rossos, de pell blanca i ulls blaus. I no hem d'oblidar tampoc que, tot i bevent llet abundantment i no practicant l'agricultura,²³ essent bàsicament «bàrbars» per als romans, en relativament pocs anys liquidaren per la força de les armes tot el seu poderós imperi. No és estrany que siguin un model a imitar.

El que no queda massa clar és què passarà en el futur, sobretot tenint en compte la velocitat accelerada amb què ara es produeixen els canvis, ni que sigui en qüestions tan tradicionals com són les que afecten l'alimentació. S'ha de recordar, a més a més, les fortes pressions, basades en arguments que semblen prou sòlids, que s'exerceixen en contra del consum indiscriminat i massiu de la llet. Passarà el que profetitzava McKeown²⁴ quan diu que «dentro de cien años es... probable que la industria láctea se haya contraído hasta convertirse en una industria modesta...?» Fer de profeta és difícil, i molt sovint arriscat, però, tindrà raó McKeown?

21. Per a obtenir una major informació sobre aquestes qüestions, es pot consultar: HARRIS, Marvin, (1989), *Bueno para comer*. Madrid, Alianza Editorial. p. 145-170.

22. MONTANARI, M. (1993), *El hambre y la abundancia. Historia y cultura de la alimentación en Europa*. Barcelona: Crítica, p. 30.

23. Aquests eren fets que sorprenien molt als romans. Així per exemple, quan Juli Cèsar, a la *Guerra de les Gàl·lies* (Vol. II, Llibres IV-VI. Barcelona, Bernat Metge, 1975, p. 104) parla dels germànics, diu d'ells que «no practiquen l'agricultura i llur aliment consisteix sobretot en llet, formatge i carn».

24. MCKEOWN, T. (1990) *Los orígenes de las enfermedades humanas*. Barcelona, Crítica, p. 264.

ANIMALS I MENESCALIA A LA CATALUNYA DEL SEGLE XVIII

Alfons Zarzoso*

Institut Universitari d'Història Jaume Vicens i Vives. Universitat Pompeu Fabra.

Paraules clau: *ramaderia, manescalia, medicina, Catalunya, segle XVIII.*

Animals and veterinary in eighteenth-century Catalonia

Summary: This paper deals with the question of how people coped with animal disease in eighteenth-century Catalonia. Such a topic is analyzed both in the context of the economic transformations that Catalonia experienced in that period and of the administrative reformation operated by the Borbon authorities. It is showed how complex was the medical world regarding animal disease and it is defended the idea that throughout this period there were no signs indicating the foundations of scientific veterinary.

Key words: *livestock, veterinary, medicine, Catalonia in the 18th century.*

1. La manescalia dels animals: l'experiència quotidiana

En parlar de la manescalia per a la cura dels animals és important no reduir l'estudi a un únic recurs, en aquest cas a la pràctica del manescal, entre les diverses possibilitats de guariment del bestiar. En efecte, la medicina animal, com la medicina humana, també s'ha d'entendre en funció de les coordenades del pluralisme mèdic existent a la societat de l'Antic Règim. És a dir, a partir de l'estudi de totes aquelles persones que estaven específicament formades, experimentades i/o dotades de forma natural per resoldre els problemes de salut i malaltia. La utilitat d'aquest apropament permet d'obtenir una perspectiva més comprensiva del fenomen en mostrar la dimensió sociocultural i econòmica en el moment de la presa de decisions i eleccions davant la malaltia. Així, la formació d'una *cultura mèdica* individual da-

*Institut Universitari d'Història Jaume Vicens i Vives, Universitat Pompeu Fabra (Barcelona), Ramon Trias Fargas, 25-27, Barcelona 08005. E-mail: alfonso.zarzoso@huma.upf.es

Ramaderia, veterinària i consum de carn als Països Catalans, s.XIV-XIX, Simpòsium organitzat per Pasqual Bernat i Lluís Cifuentes en el marc de la *IV Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (Vic, Universitat de Vic, 27-29 d'octubre del 2000.) Aquest treballat està dedicat a la memòria del meu avi, Francisco Zarzoso, corretger de Segorbe i d'Algímia, València. Vull agrair les valoracions realitzades per Jon Arrizabalaga i Josep Pardo Tomás, així com l'ajut econòmic rebut per la Fundació Caja Madrid.

vant la malaltia no només palesa l'existència, el cavalcament i la interacció d'una plèthora de recursos disponibles, els quals es troben inclosos en el model teòric de les esferes *mèdica*, *religiosa* i *popular* descrit per David Gentilcore, sinó que, a més, permet de plantejar la qüestió del canvi històric a partir de l'anàlisi de la negociació, la regulació i la repressió en el marc de la lluita per obtenir l'hegemonia en el món de la medicina animal.¹

Davant la malaltia humana, el primer nivell de la *cultura mèdica* individual en el món de l'Antic Règim estava constituït pels consells de la família i de les amistats. Aquesta era la primera forma d'expressió de la presència de la malaltia i, mitjançant els consells i les recomanacions, obria la porta als recursos terapèutics de les tres esferes esmentades. L'absència d'estudis complica l'exemplificació d'aquest recurs en el cas de la malaltia animal. És molt probable que l'estudi de fons patrimonials de posseïdors de cavalleries, com ara el de la Companyia Comercial de Firaires i Ramblers, de Calaf, mostri aquest interès personal i familiar davant les malalties dels animals amb què comerciaven.² Cal assenyalar, en aquest mateix nivell, el gran volum de textos de terapèutica domèstica recollits en els receptaris culinaris o en els manuals de medicina domèstica humana i animal, com és el cas del *Llibre del Prior*, que podem trobar als inventaris familiars. Tal com han mostrat els treballs centrats en l'individu com a malalt, el conjunt d'aquests recursos tradicionals, comunicats verbalment entre parents i amistats, segurament també va concedir una important iniciativa a la persona que tenia cura dels animals quan estaven malalts, tot situant l'individu en una posició de control en relació amb l'expert. La possibilitat de fer front a tot un seguit de malalties, que es podrien considerar menors, mitjançant la confecció casolana de tota mena de remeis, posa de relleu la complexitat i la pluralitat mèdica de la societat de l'Antic Règim.³ Per això, cal intentar mostrar la presència paral·lela d'altres recursos a partir de l'estudi de les tres esferes esmentades.

Hom ha documentat la presència i formació del manescal arreu la Corona d'Aragó a l'època baix medieval.⁴ Malgrat no disposar d'estudis del mateix tipus per al període modern,

1. La utilitat analítica d'aquest plantejament teòric ha estat desenvolupada amb encert, al meu parer, per a l'estudi de la pluralitat mèdica de Nàpols durant l'època moderna; vegeu: GENTILCORE, D. (1998), *Healers and healing in early modern Italy*, Manchester, Manchester U. P., p. 1-28, 56-124 i 156-176. Sobre el concepte de món mèdic, vegeu: BROCKLISS, L. i JONES, C. (1997), *The Medical World of early modern France*, Oxford, Clarendon Press, p. 1-33. Sobre l'aplicació d'aquesta metodologia en l'anàlisi del món mèdic català des de la perspectiva del malalt, vegeu: ZARZOSO, A. (2001) «El pluralismo médico mediante la correspondencia privada en la Cataluña del siglo XVIII», *Dynamis*, en premsa.

2. Es conserven fons patrimonials en els arxius i biblioteques de Catalunya que permetrien de confirmar aquest fet. Sobre el fons referit, que conserva més de cent mil cartes, vegeu: CUBELLS, J. i HERRERA, J. (1980), *Inventario de los fondos comerciales del Archivo Histórico Provincial de Tarragona*, Madrid, MEC.

3. A tall d'exemple del valor que té l'estudi aprofundit dels inventaris familiars en matèria de medicina domèstica, vegeu: SALES, N. (1962), *Una vila catalana del segle XVIII*, Barcelona, Rafael Dalmau, p. 21-27. Quant al llibre citat, vegeu: Miquel AGUSTÍ, *Llibre dels secrets d'agricultura, casa rústica i pastoril* (Barcelona, Esteve Lliberós, 1617) (Edició facsímil, Barcelona, Altafulla, 1988).

4. Al meu parer, resulta fonamental continuar la línia d'estudis oberta per treballs tan interessants com el de CIFUENTES, L.; FERRAGUD, C.; GARCÍA BALLESTER, L. (1999), «Els menescals i l'art de la menescalia a la Corona d'Aragó durant la Baixa Edat Mitjana», *IV Col·loqui d'Història Agrària. Història de la ramaderia i la veterinària als Països Catalans*, Barcelona, U. B., p. 75-98; FERRAGUD, C. *Els professionals de la medicina (físics,*

és de creure que la pràctica de la manescalia també es va desenvolupar a la Catalunya moderna. En efecte, la documentació de la Reial Audiència borbònica permet d'afirmar la continuïtat d'aquesta tradició. En bona mesura, caldria relacionar, en el cas humà, la confiança dipositada en l'expert amb l'extensió del compromís de les autoritats per la salut dels ciutadans a un interès semblant per la salut dels animals. Així, el manescal apareix a la documentació de la mateixa forma que hi apareixen el metge, el cirurgià i l'apotecari, és a dir, a partir del tradicional sistema de contractació de la *conducta* municipal; i també s'hi relaten els conflictes generats arran de la formalització o l'exercici derivat d'aquests contractes. Aquesta fórmula contractual, la conducta, garantia la presència de l'expert en la població on era aconduït, el qual era especialment important en aquelles localitats que comptaven amb una població poc nombrosa. Al segle XVIII, si bé el sistema de conducta va continuar sent un afer municipal ja que es tractava d'una matèria que tocava el govern polític i que, alhora, repercutia sobre les decisions econòmiques que afectaven el conjunt de la població, s'hi va implicar directament la Reial Audiència, que era l'autoritat política del Principat. A partir d'aquí, les autoritats municipals foren obligades a demanar el permís de la Reial Audiència abans de poder aconduïr un manescal del comú. Hi ha prou evidències d'aquest fet en la documentació borbònica relativa a aquest tipus de demandes realitzades per part dels municipis catalans. El sistema de conductes en el terreny animal era similar al de les conductes dels practicants de la medicina humana —metges, cirurgians i apotecaris—, que experimentà un important creixement des del darrer terç del segle XVII. Segons la legislació borbònica, per tal d'establir una conducta els regidors havien d'obtenir el previ consentiment de la majoria de veïns i, alhora, acordar una forma de pagament —en metàl·lic, en blat o en oli; en ocasions, el pagament podia incloure l'habitatge i, també, determinades exempcions tributàries locals—, que acostumava a ser repartit entre els veïns, ja que estava expressament prohibida la utilització dels béns propis del comú per a aquest fi. El manescal s'obligava, amb la conducta, a assistir els animals domèstics dels veïns. Segons l'arriscada afirmació de Vicente Dualde, l'assistència es limitava exclusivament al bestiar de peu rodó.⁵

La documentació mostra com a tret general la formalització de conductes triennals o quadriennals. La continuació de la conducta depenia del compliment de l'exercici del manescal i de la seva bona relació amb els veïns. Així, no és inusual trobar manescals que van exercir el seu ofici a la mateixa vila al llarg de molts anys o, fins i tot, tota la seva vida, sent defuits en aquest ofici pels seus fills, esdevenint així, nissagues de manescals amb clientele locals consolidades.⁶ No obstant això, la característica conflictivitat dels ajuntaments borbònics res-

cirurgians, barbers, apotecaris i menescals) a Catalunya i València després de la Pesta Negra (1350-1410). Tesi doctoral en curs d'elaboració, dirigida per Luis García Ballester i realitzada a la Universitat de València.

5. Sobre la pràctica municipal en matèria de conductes i de satisfacció de salaris de metges, cirurgians i menescals, vegeu: Arxiu de la Corona d'Aragó (a partir d'ara, ACA), Reial Audiència (a partir d'ara, RA), Consultes, reg. 158, 145v-146v, Barcelona, 25/1/1737, Informe de la Reial Audiència al Consell de Castella. Quant a l'àmbit d'actuació dels manescals, vegeu: DUALDE, V. (1997), *Historia de la albeytería valenciana*. València, Ajuntament de València, p. 381.

6. El manescal de la vila de Palau, corregiment de Lleida, Isidre Roig, fonamentà la petició d'un càrrec a la Reial Audiència en els més de vint-i-cinc anys de pràctica i exercici de la manescalia (ACA, RA, Consultes,

pecte a la reproducció dels grups dominants, de competències jurisdiccionals o de venda dels càrrecs municipals, també es va posar de manifest a l'hora de la formalització o rescissió de les conductes del comú. En aquest sentit, les denúncies elevades a la Reial Audiència per part de veïns, de manescals o de les mateixes autoritats locals van arribar a l'extrem d'utilitzar políticament l'argument de «la mala pràctica» com a pretext per a liquidar o renovar conductes.⁷ Malgrat aquest aparent control exercit per la Reial Audiència, l'arbitrarietat de l'administració política en aquesta matèria fa difícil la caracterització de les conductes del manescal del comú. Així, la idea de la conducta oberta en un lloc on hi havia més d'un manescal només adquiria validesa a discreció de la Reial Audiència, en tant que podia permetre la renovació de la conducta o la desconducció, el pagament forçós d'aquella i el decret de concessió de llibertat per a cridar el manescal que cada veí desitgés, en funció de criteris difícils de raonar.⁸

Reg. 159, 123r-124r, Barcelona, 16/1/1738). Exemples de nissagues de manescals es poden trobar a: LLEONART, F. (1981), «Manescals, albeïters i ferradors de Mataró i el Maresme al segle XVII», *Anales del Colegio Oficial de Veterinarios de Barcelona*, 38, p. 21-31. Sobre la presència de practicants de la medicina arreu de Catalunya, així com de nissagues de metges, cirurgians, apotecaris i manescals a determinades poblacions, cal remetre als treballs de l'equip dirigit per Jacint Corbella, centrats en l'ús de fonts parroquials. A tall d'exemple, vegeu: ÀLVAREZ GALERA, M. A. (1993), *Aspectes sanitaris i demogràfics a l'antic terme de Subirats, Sant Pere de Riudebitlles i Gelida, segles XVI, XVII i XVIII*, Vilanova, Institut d'Estudis Penedesencs. Els casos de desconducció per mala conducta no són estranys en la documentació. Així, malgrat la queixa de Josep Antoni Font, manescal de Benissanet, per l'aconducció d'un altre manescal, la Reial Audiència confirmà l'acció dels regidors i desestimà la queixa en comprovar que Font «tiene su genio propenso a riñas y pendencias, de forma que por su mal modo ha sido puesto en la carcel algunas vezes por la Justicia de dicho Pueblo». (ACA, RA, Consultes, Reg. 475, 83r-84r, Barcelona, 8/3/1754).

7. A Montblanc trobem un exemple típic d'intent de formalització de conducta per part del regidors sense el consentiment dels veïns. Fet que es traduí en una ordre de la Reial Audiència d'immediata desconducció. (ACA, RA, Consultes, Reg. 156, 35rv, Barcelona, 11/7/1735). Quelcom semblant va passar a l'Espluga de Francolí, on els regidors van intentar forçar el pagament d'una nova conducta de manescal quan els veïns ja estaven aconductats i satisfets amb un altre manescal des de feia més de vint anys. (ACA, RA, Consultes, Reg. 156, 98rv, Barcelona, 26/8/1735). Per tal de comprendre el context històric de la formació dels ajuntaments borbònics i els exemples de la conflictivitat referida, vegeu: TORRAS RIBÉ, J. M. (1983), *Els municipis catalans de l'Antic Règim, 1453-1808*, Barcelona, Curial, p. 263-88 i 298-316. També es poden trobar casos d'intent de desconducció, com el sofert pel manescal de Vilalba dels Arcs, Joan Macip, «por no cumplir a la obligacion de su conducta, faltando en acudir a las casas de los particulares que le llaman, de que se ha seguido morirse varios animales, sin curarse». (ACA, RA, Consultes, Reg. 157, 19v-20r, Barcelona, 30/1/1736).

8. La conflictivitat municipal i la discrecionalitat de la Reial Audiència es van manifestar en molts casos. La política de la Reial Audiència es caracteritzà per la resolució de conflictes en el dia a dia. Donada l'existència de dos manescals, la Reial Audiència ordenà, l'any 1753, deixar la conducta oberta a la vila d'Horta, corregiment de Tortosa, davant les queixes del manescal Josep Albacar, qui gaudia de la conducta des de feia onze anys, i la presència d'un altre manescal a la vila. El 1756 es repetiren les queixes d'Albacar perquè els regidors havien desobeït aquella ordre, però la Reial Audiència ordenà l'acabament de la nova conducta, tot permetent alhora el lliure exercici d'Albacar a la vila. La renovació d'aquesta conducta el 1763 motivà de nou les queixes d'Albacar, però foren desestimades en considerar la Reial Audiència que, un cop fet el pagament de la conducta, els veïns eren lliures de cridar el manescal que volguessin. (ACA, RA, Consultes, Reg. 474, 451rv, Barcelona, 9/11/1753; Reg. 477, 589v, Barcelona, 2/12/1756; Reg. 803, 283v-284v, Barcelona, 23/6/1763). En un altre cas, després de vuit anys de conducta del comú, el manescal d'Aitona, Jaume Falibert, es queixava de les formes utilitzades en la seva desconducció (els Regidors, «movidos de su antojo se valieron de la estratagemata tan in-

A banda de les seves obligacions contractuals, convé destacar que els manescals consolidaren al llarg del segle XVIII el seu paper com a experts, ja que posseïen coneixements que els avalaven i els conferien la confiança de les autoritats. Les crides fetes als manescals de Catalunya per les autoritats no es diferencien de les fetes als manescals de València. Convé assenyalar que la presència del manescal fou requerida per les autoritats per tal de supervisar i examinar l'estat de salut dels animals abans de morir. D'aquesta forma, es reconeixia l'experiència del manescal davant les malalties dels animals, si bé, al mateix temps, s'afirmava explícitament el límit de la seva pràctica als animals vius. En efecte, d'una banda, trobem la presència dels manescals, convocats per les autoritats, per tal de reconèixer els animals en les transaccions de compra i venda de bestiar efectuades pels prohoms del gremi de corredors de bota; o bé a l'hora d'examinar i visurar els animals que anaven a l'escorxadador en aquells moments crítics, en què es sospitava l'existència de malalties contagioses; també trobem els manescals en les comissions facultatives, les quals eren enviades a la frontera francesa per tal d'esbrinar els senyals, els símptomes i la qualitat de les malalties que afectaven el bestiar d'importació.⁹ D'altra banda, però, l'examen de l'animal mort o de la carn dels animals escorxats, destinada al proveïment públic, als ulls de les autoritats no constituïa una competència del manescal. Això sembla estar relacionat, més aviat, amb les deficiències sobre el coneixement intern dels animals que tenien els manescals que no pas, com creu Dualde, amb l'especialització del manescal en la patologia del bestiar de peu rodó. En aquest sentit, és important advertir l'absència del manescal en la revisió de les porcions de carn dels moltons, de les vaques o dels porcs escorxats un cop aquesta carn arribava a Barcelona, hi hagués o no l'amenaça de malalties epizoòtiques. La revisió de la carn escorxada acostumava a estar en mans dels prohoms del gremi de tallants de carn o carnisers, dels metges encarregats d'experimentar amb la carn dels animals escorxats i dels revisors de les carns, els quals treballaven a les ordres del regidor director de l'escorxadador de Barcelona. En efecte, el revisor de les carns era un oficial a les ordres de l'Ajuntament de la ciutat i, de forma semblant a les competències i atribucions del mustassaf del període medieval i modern, no sembla que fos un ofici sota el control dels manescals barcelonins, segons poden extreure de la documentació conservada. Així,

tempestiva como precipitada que desde las nueve horas de la noche hasta las tres de la madrugada fueron de casa en casa llamando a los vecinos y diciendoles si tendrían a bien lo que ellos harían en punto de conducir sirvientes, a lo que, como sorprendidos de improviso y pensando que rebajarían el salario de los dichos sirvientes, convinieron los vecinos») i demanava la desconducció del nou manescal. La Reial Audiència, però, ordenà l'execució de la nova conducta fins al final, i va concedir als veïns la llibertat de triar a qui volguessin previ pagament de la nova conducta. (ACA, RA, Consultes, Reg. 806, 304v-305v, Barcelona, 21/7/1776).

9. Quant a la consideració del manescal com a expert, es poden significar diversos exemples. La Reial Audiència aconsellava als corredors de bota fer ús, en la compra i venda d'animals, «de peritos y albeytas para el reconocimiento correspondiente a su oficio». (ACA, RA, Consultes, Reg. 469, 110v-111v, Barcelona, 13/3/1750). El manescal de Girona, Antoni Mota, fou cridat diverses ocasions pel corregidor per tal de reconèixer si els animals que es mataben a l'escorxadador patien o no malaltia epidèmica. (ACA, RA, Consultes, Reg. 158, 124v-125v, Barcelona, 24/12/1736). En el treball del manescal valencià Salvador Montó Roca, *Sanidad del Cavallo y otros animales sujetos al arte de albeyteria, ilustrada con el arte de herrar* (València, Joseph Estevan Dolz, 1742) (edició facsímil, Llibreries Paris-València), el tractat segon destaca aspectes propis del coneixement del manescal, com ara l'estudi de les malalties i vicis «encubiertos» en les transaccions comercials. A més, a les pàgines 221-222 es fa una advertència als manescals sobre estimes de cavalleries.

només trobem l'expert manescal requerit per les autoritats a l'hora de inspeccionar la carn dels bous i vaques destinada al proveïment públic de la ciutat en temps de crisis epizoòtiques.¹⁰

Malgrat la preceptiva sol·licitud de conducta que s'havia de fer a la Reial Audiència, la documentació del segle XVIII no és suficientment significativa com per a poder establir un mapa que reflecteixi la presència i la distribució geogràfica de la menescalia arreu de Catalunya. Convé, d'altra banda, no limitar la presència de manescals a les àrees eminentment ramaderes, a les viles on hi havia quarters militars, o als llocs o pobles on se celebraven fires d'animals o que es trobaven en el pas dels camins carreters o de bast. Al llarg del segle XVIII, la documentació ens dona notícies de manescals arreu de Catalunya que exerceixen la seva pràctica a poblacions molt diverses. A més, resulta important no menysprear la presència de ferradors a les viles, ja que tant la seva formació com la seva pràctica els conferia coneixements semblants als dels manescals. De tota manera, s'han afirmat amb rotunditat les diferències entre el manescal i el ferrador. Certament, l'ofici de manescal gaudia d'un prestigi i d'uns coneixements que teòricament, el diferenciaven del ferrador. La seva instrucció era evident en la societat de què parlem, i concedia prestigi social al manescal. Com a facultatiu del comú, a diferència del ferrador, la valoració que es feia del seu ofici es podia traduir en exempcions de càrregues *concegiles*, com ara el servei ordinari de préstec de cavalleries destinades al trànsit de tropes, en tant que podien impedir l'exercici del seu ofici. El gaudiment d'aquesta posició social, immediatament superior a la del ferrador, es fonamentava també en un major gravamen econòmic, tant en les despeses de formació com en el pagament d'una taxa dues vegades superior a l'hora d'obtenir el títol de mestre manescal. El preu d'aquest títol estava situat entre les 19 lliures 12 sous i les 22 lliures 8 sous, segons apareix a la documentació. Aquest condicionant econòmic pot amagar, sens dubte, la pràctica de la menescalia en l'ofici del ferrador. De fet, la convivència gremial de manescals i ferradors a diverses ciutats i viles del Principat pot ajudar a comprendre la complementarietat de la formació i dels coneixements de manescals i ferradors. Altres factors, també econòmics —el fet de poder establir-se amb més facilitat a les poblacions o d'estar menys gravats que els manescals— poden justificar la major presència de ferradors arreu de Catalunya i, per tant, l'existència i difusió d'un altre recurs a l'abast de la població davant la malaltia animal.¹¹

10. Davant el contagi de veroles que patia el bestiar de llana a Tàrraga, la Reial Audiència ordenà diverses mesures, entre les quals, l'observació del progrés de la malaltia, «haciéndose algún experimento en las Cabezas de Ganado que mueran, con asistencia del Regidor Revisor de Carnes, del Procurador Síndico General, del Experto nombrado por el Ayuntamiento y de un Médico, para venirse en conocimiento de el mal». (ACA, RA, Consultes, Reg. 804, 573r-574v, Barcelona, 15/11/1764). Les malalties que afectaren el vacum que pasturava a la frontera francesa i les patides pels ramats del bisbat de Girona foren una preocupació constant per a la Reial Audiència entre els anys 1774-1776 i el 1783. Les mesures descrites més amunt, la intervenció de metges, manescals i altres experts a l'escorxador, i la formació de comissions d'estudi es poden veure a: *Arxiu Municipal d'Història de Barcelona*, Fons de Sanitat, VI, Informes i Representacions, Reg. 12, 161r-269r (documentació intercalada), Barcelona, 1774-1776; Reg. 14, 278r-488r (documentació intercalada), Barcelona, 1783; Reg. 15, 61r-66r, 240v-242r, 330v-333v i 389r-390v, Barcelona 1783. Sobre les visures de la carn, vegeu: ZARZOSO, A. (1994), *Prevençió epidèmica i salut pública a la Barcelona del segle XVIII*, treball inèdit de recerca, Barcelona, Institut Universitari d'Història Jaume Vicens i Vives, Universitat Pompeu Fabra, p. 96-99. Sobre el cas valencià, vegeu: DUALDE, nota 5, p. 369-375.

11. Sobre les exempcions que gaudien els manescals, vegeu: ACA, RA, Consultes, Reg. 804, 340r-341v, Barcelona, 20/7/1764 (sobre càrregues del servei ordinari alienes a l'ofici o a la seva execució) i Reg. 1.160,

Més enllà dels oficis regulats que entren dins de l'esfera mèdica oficial, no resulta fàcil establir amb evidències documentals l'existència d'altres recursos disponibles davant la malaltia animal. A banda del recurs immediat de demanar consell a la família o a les amistats, i a banda també de la figura màgica del pastor, que coneixia el ramat i les seves malalties, l'àmbit religiós i el popular oferia també alguns recursos possibles a l'abast de la població i, per tant, en competició amb els oferts des de l'esfera mèdica. En efecte, el recurs de la protecció divina mostra de nou el cavalcament de les tres esferes, mèdica, religiosa i popular, i la combinació arbitrària, en moments de conflictivitat i permissibilitat, per part de les autoritats davant el recurs popular respecte als elements rituals de l'Església. Cal assenyalar que, malgrat el suport de l'Església a la medicina universitària, els pressupòsits teòrics de la qual eren també presents en la manescalia, la creença en la causa sobrenatural de la malaltia epidèmica, tant humana com animal, entesa com a càstig diví, permeté la irrupció de tot un seguit de rituals i remeis religiosos en el complex i plural món dels recursos mèdics disponibles. Al seu torn, l'apropiació i reelaboració popular d'alguns dels elements religiosos introduí encara una major varietat i conflictivitat en la relació de les tres esferes esmentades. D'aquesta forma, la religiositat popular es va manifestar a partir de la devoció i creença en la capacitat protectora o curativa de determinats sants oficials, o bé en l'apropiació de signes rituals de l'Església. En aquest context, és important destacar el conegut cas de sant Antoni i la seva influència protectora davant els animals. Autoritats locals, propietaris de bestiar i clergat col·laboraren plegats a l'hora d'organitzar processons i misses dedicades al sant patró dels animals per tal de cercar la seva protecció davant la malaltia epidèmica, demostrant així la cohesió i el manteniment de l'ordre social davant aquelles desgràcies que afectaven els interessos generals. Aquesta intercessió no sempre estava mediatitzada pel clergat i, per tant, l'apropiació i reelaboració popular dels signes rituals de l'Església amb la finalitat de guarir els animals esdevingué un fenomen estretament vigilat per l'Església. En altres casos, però, no eren els propietaris d'animals, sinó els agricultors, —que en certs moments podien veure les seves collites amenaçades per plagues animals—, els que recorrien a remeis miraculosos, el poder salutífer dels quals era reconegut per la mateixa Església. Aquest fou el cas dels pagesos del Vendrell, que aconseguiren el permís de les autoritats per a viatjar al santuari de Salarda, prop d'Estella, (Navarra) i poder obtenir el «remedio singular [de] la milagrosa agua que llaman de San Gregorio [Ostienze]», per tal d'eliminar la plaga de processionària que amenaçava les seves collites.¹²

175rv, Barcelona, 2/10/1797 (sobre exempcions fiscals). A diferència de les despeses ocasionades per l'expedició de títols de manescal i de ferrador, la despesa originada per la visita fou la mateixa per a ambdós oficis, i es va mantenir invariable al llarg del segle. Vegeu: ACA, RA, Consultes, Reg. 147, 159v-160r, Barcelona, 28/5/1731 i Reg. 1.159, 95v-99r, Barcelona, 14/8/1794. Resulta difícil mostrar amb documents la proporció de manescals i ferradors en els números totals de les visites registrades. Un intent parcial, on s'aprecia la major presència de ferradors a les poblacions del corregiment de Mataró, es pot trobar a LLEONART, nota 6.

12. La relació i cavalcament de les esferes popular i religiosa necessita encara més estudis. Alguns exemples es poden trobar a: GELABERTÓ, M. (1996), «Religión, enfermedad y medicina popular en la Cataluña del siglo XVIII», *Historia Social*, 26, p. 3-18; CAMPS, M.; CAMPS, M. (1981), *Santuaris lleidatans amb tradició mèdica* Lleida, Seminari Pere Mata; U.B; MARTÍ, J. (1989), «Medicina popular religiosa a través dels goigs», *Arxiu d'Etnografia de Catalunya*, 7, p. 171-203; MARTÍ, J. (1992), *La medicina popular catalana*, Barcelona, Labor. Sobre la processó i exhibició de la imatge de sant Antoni, organitzada per les confraries de Sant Antoni i Sant Aloy a Mataró, «con el fin de bendecir el ganado y preservarle del contagio por medio de la intercesion del san-

La superposició i competició de les tres esferes també resulta evident en el reconeixement popular d'aquelles persones que es consideraven dotades de forma excepcional per a la curació dels animals. L'existència d'aquests individus fou denunciada pel *protoalbéitar* de Catalunya, en considerar que el seu exercici s'oposava a la pràctica regulada de la manescalia, ja que aquella pràctica heterodoxa feia la competència als manescals respecte al control de la salut animal. Les autoritats actuaren de forma arbitrària i pragmàtica davant d'aquest tipus de casos, i les seves decisions no necessàriament s'alinearen ni amb el pretès racionalisme administratiu del segle XVIII, ni amb el suport a les atribucions i competències del *protoalbéitar* en la seva lluita contra l'intrusisme. Així, l'activitat reguladora del *protoalbéitar* es va veure obstaculitzada a partir de les decisions de la Reial Audiència, que permetia, segons es desprèn del seu funcionament, el manteniment de pràctiques radicalment oposades a l'exercici oficial de la manescalia. Aquest fou el cas, per exemple, de Víctor Taulats, *pobre labrador* de Llerona, qui, en la seva defensa davant les acusacions d'intrusisme elevades pel *protoalbéitar*, al·legà, «que tiene algún conocimiento natural de las dolencias de que enferman los bueyes, tocinos y otros animales, para cuyas curaciones es y ha sido llamado distintas veces de labradores amigos suyos y de otros que han tenido sus ganados enfermos y los ha curado sin percibir paga alguna».¹³

Aquest darrer exemple ens permet de parlar de l'existència de dos elements comuns a les tres esferes —popular, mèdica i religiosa— de recursos disponibles davant la malaltia. Aquests elements són d'un costat, l'experiència i la pràctica quotidiana, i, de l'altre, l'extensió, apropiació i reelaboració de les explicacions humoralistes i religioses de la malaltia. El suport de les autoritats i la supervisió de la pràctica de la manescalia des de la baixa edat mitjana estaven directament relacionats amb la consolidació de la medicina universitària. La manescalia, l'exercici de la seva pràctica i el contingut teòric dels seus tractats, compartia els pressupòsits teòrics de la doctrina mèdica llavors vigent, el galenisme, així com de la filosofia natural aristotèlica que l'emmarcava. Aquest punt de partença va comportar la transgressió de les competències de la medicina humana i animal tant per part de metges com per part de manescals. Aquesta confusió, observada durant el període medieval en el context de l'esfera mèdica, que consistia en la competició per l'hegemonia i control del monopoli de la sa-

to», vegeu: ACA, RA, Consultes, Reg. 151, 15v-16v, Barcelona, 1/7/1732 i 51r-52v, Barcelona, 4/8/1732. La petició del síndic de la vila del Vendrell va ser resposta afirmativament per la Reial Audiència, «con condicion de que al bolver hayan de traer testimonio del cura o parrocho del territorio donde se halla dicha agua, de haverla tomado de dicho parage». Vegeu: ACA, RA, Consultes, Reg. 154, 214rv, Barcelona, 20/4/1734. La devoció camperola a Sant Gregori d'Òstia, derivada de la seva capacitat benefactora en la preservació i lluita contra les plagues de llagosta, es va estendre a moltes poblacions en els segles XVII i XVIII. Una anàlisi d'aquest fenomen a partir del cas valencià es troba a ALBEROLA, A. (1999), *Catástrofe, economía y acción política en la Valencia del siglo XVIII*, València, Institució Alfons el Magnànim, p. 225-235.

13. Sobre el cas de Taulats, vegeu: ACA, RA, Consultes, Reg. 799, 46r-47r, Barcelona, 1/2/1760. Un cas semblant fou el de Joan Taxà, teixidor de llana de Sabadell, qui fou denunciat pel *protoalbéitar* per exercir la manescalia, «porque ignora todos los principios del Arte y no sabe de leer ni escribir para aprenderlos», i haver gosat adreçar-se a la Reial Audiència, «manifestando algunas curaciones que casualmente havra acertado y pidiendo permiso para exercer la Albeyteria.», (ACA, RA, Consultes, Reg. 806, 98v-99v, Barcelona, 13/3/1766.) Altres exemples semblants es poden trobar de forma freqüent en la medicina humana. Vegeu: ZARZOSO, A. nota 1.

lut humana i animal, es va continuar produint al llarg del període modern.¹⁴ De fet, el tinent de *protomèdico* de Catalunya, en la seva lluita pel control de les pràctiques mèdiques, després de denunciar la transgressió de competències que es produïen a Catalunya entre metges, cirurgians i apotecaris, es lamentava davant les autoritats que «Albeytares, mugeres, rústicos y otros se introducen en la Medicina, Cirugía, y Boticaria causando graves daños y desgracias». Aquest cavalcament, però, no només es va donar en relació amb les competències de l'esfera mèdica en medicina humana, sinó també entre les diverses opcions possibles davant la malaltia animal. Això es produí en funció, sobretot, del paper clau que tenia l'experiència pràctica o, tal com argumentà Víctor Taulats, del *coneixement natural* de les malalties dels animals.¹⁵

En aquest sentit, anteriorment he destacat com, tant en medicina humana com en medicina animal, es produí una apropiació i adaptació popular dels rituals religiosos davant la malaltia. A continuació, voldria destacar el fet que l'experiència pràctica quotidiana, entesa com a base del cos doctrinal de la manescalia, juntament amb la farmàcia galènica, foren assumides, adaptades i practicades en el marc de l'esfera popular davant el fenomen de la malaltia animal. Els escassos estudis existents sobre els continguts de la tractadística de la manescalia durant el període modern, han mostrat una relació molt significativa en relació a l'escàs desenvolupament científic i al feble ressò de les doctrines mèdiques. D'una banda, hom ha destacat una concentració gairebé exclusiva en el coneixement del bestiar de peu rodó, entre el qual excel·leix el del cavall. Convé destacar que Sanz Egaña i Dualde només han donat compte dels treballs de tres manescals —Álvarez Borges (1680), Royo (1734) i Álvarez Calderón (1786?)—, que van dedicar algunes pàgines a la patologia bovina i que, al seu parer, gairebé no mereixerien destacar-se, ja que no aportaven res. D'altra banda, hom ha assenyalat que el coneixement de l'anatomia externa del cavall millorà i es beneficià dels coneixements mèdics de l'anatomia humana postvesaliana, tot i que encara es mantingué en un nivell força descriptiu i superficial. En contrast, amb això l'anatomia interna i les disseccions experimentals de cavalls només van trobar ressò en els tractats de molt pocs manescals —García Conde (1685), Sánchez Lago (1717) i García Cabero (1748)—, i el mateix es pot afirmar dels estudis fisiològics d'altres animals —De la Reyna (1564). La semiologia de les patologies, és a dir, el coneixement dels signes de les malalties, hagué d'anar fent-se lloclentament en els tractats de la manescalia, sovint basats en el coneixement empíric de les ma-

14. La identitat de pressupòsits de la medicina humana i la medicina animal ha estat destacada en diversos treballs, vegeu: CIFUENTES, nota 4; CIFUENTES, L.; FERRAGUD, C. (1999), «El *Llibre de la manescalia* de Manuel Dies: De espejo de caballeros a manual de albéitares», *Asclepio*, 51, p. 93-127; DUALDE, nota 5, p. 227-237; LLEONART, F. (1974), «Evolución científica de la veterinaria española en los siglos XVII y XVIII», *Terapéutica Veterinaria Biohorm*, 23, p. 39-60.

15. Quant al memorial de denúncia del *protomèdico* de Catalunya, vegeu: ACA, RA, Consultes, Reg. 145, 52v-54r, Barcelona 12/5/1730, Informe de la Reial Audiència. Una excel·lent síntesi del tema de la transgressió de les competències mèdiques es pot veure a: LINDEMANN, M. (1999), *Health and healing in eighteenth-century Germany*, Baltimore, Johns Hopkins U. P., p. 22-71. La transgressió d'aquestes competències des del punt de vista de la manescalia, al costat de la política arbitrària de les autoritats borbòniques en aquesta matèria té un significatiu exemple a: LLEONART, F. (1974), «Joseph Thomas Vergés, insigne Albeytar ilerdense promovido a Cirujano en 1754 por aclamación popular», *Terapéutica Veterinaria Biohorm*, 24, p. 114-121 i (1988), «Joseph Thomas Vergés, Albeiter de Lleida i la seva activitat com a cirurgià», *Gimbernat*, IX, p. 171-177.

lalties, a partir de diagnòstics clínics preestablerts mitjançant la inspecció i palpació externes, i en la designació de tractaments terapèutics generals.¹⁶

Aquest empirisme pragmàtic i poc especulatiu dels manescals es féu molt evident davant l'epizoòtia del ramat de la Vall d'Aran el 1731. Davant els problemes que la malaltia animal podia causar, tant econòmics com d'amenaça per a la salut humana, les autoritats demanaren el consell expert de metges i manescals per tal de conèixer la qualitat de les malalties i el tipus de precaucions que es devien adoptar. L'informe dels manescals es caracteritzà per una descripció elemental basada en la casuística humoralista i en l'èmfasi a l'aire, entès com el més important dels sis factors no naturals. En contrast, l'informe dels metges estava recolzat en les més importants autoritats mèdiques en la matèria, que mostraven estar al cas de la literatura mèdica coetània (Ramazzini, Lancisi, etc.), entregada a l'especulació sobre les possibles causes de les malalties epizoòtiques que afectaren diverses àrees d'Europa des de finals del segle XVII. A més, l'informe dels metges aconsellava tot un seguit de mesures per tal de prevenir el progrés de la malaltia, entre les que s'inclouïen les *inspecciones Anathomicas*.¹⁷

El fet de mostrar aquesta caracterització superficial dels coneixements de la manescalia moderna sobre la patologia animal, té com a objectiu assenyalar la importància de l'empirisme i l'experiència de la pràctica quotidiana com a denominador comú de les pràctiques

16. Sobre aquests aspectes, vegeu: SANZ EGAÑA, C. (1941), *Historia de la Veterinaria española. Albeitería, mariscalería, veterinaria*, Madrid, Espasa Calpe i (1955), «Diego Álvarez Calderón de la Barca, Protoalbéitar de Cataluña», *Anales del Colegio Oficial de Veterinarios de Barcelona*, 12, p. 383-88; DUALDE, nota 5, p. 227-344; LLEONART, nota 14 i (1973), «El saber anatómico de los albeytares españoles», *Terapéutica Veterinaria Biohorm*, 20, p. 45-53 i (1973), «El diagnóstico clínico en la Albeitería española», *Terapéutica Veterinaria Biohorm*, 21, p. 51-59. Quant a l'interrogant que apareix a la data del tractat d'Álvarez Calderón, he consultat l'exemplar de la Biblioteca de Catalunya: Diego Álvarez Calderón de la Barca, *Tratado de herrar caballos y demas animales sujetos a la beterinaria facultad, condusibles al humano servicio, en diálogo compuesto y disputado entre maestro y discípulo, sacado de doctrinas de varios prácticos que da a luz don ...* (Girona, Joseph Bró, s.a., «imprimasse 2 de agosto de 1774») (8°, 4h + 83p + 1h). Cal dir que hom ha citat un exemplar d'aquest llibre datat el 1786, que inclou el tractat d'Álvarez sobre l'art del ferrat, un treball sobre malalties del bestiar boví i un edicte contra la ràbia. Només he detectat l'existència d'una còpia d'aquest segon tractat a la Biblioteca Històrica Municipal de Madrid, però encara no l'he poguda consultar. L'assignació de la data de 1786 sembla estar més aviat en relació amb l'edicte contra la ràbia (1786) decretat pel Conde del Asalto. Sobre aquest edicte i la seva reproducció, vegeu: LLEONART, F. (1991), «Aspectos históricos en el conocimiento de la rabia», *Terapéutica Veterinaria Biohorm*, 6, p. 55-59. Sobre tractats de manescalia anteriors, vegeu LLEONART, nota 14. Sobre el tractat de Montó, vegeu: nota 9.

17. Quant als dos informes mèdics, vegeu: LLEONART, F. (1978), «La epidemia del ganado en el Valle de Arán en 1731», *Terapéutica Veterinaria Biohorm*, 43, p. 141-149. No deixa de sorprendre la comparació, interessadament corporativista, que fa l'autor en qualificar l'informe dels metges com a «*un estudio tan complejo como pedantesco y que no hace más que divagar*». Vegeu també: JORDI, R. (1980), «Precauciones para proteger al ganado de España de una epidemia registrada en Francia. Año 1732», *Terapéutica Veterinaria Biohorm*, 49, p. 38-44. Sobre el caràcter de la malaltia epidèmica esmentada, les mesures adoptades per les autoritats i els treballs de determinats metges sobre la qualitat de les malalties, vegeu: MCCLOY, S. T. (1946) *Government Assistance in Eighteenth-Century France*, Durham, Duke U.P., p. 106-134; HUYGELEN, C. (1997), «The immunization of cattle against rinderpest in eighteenth-century Europe», *Medical History*, 41, p. 182-196; WILKINSON, L. (1993), «Zoonoses and the development of concepts of contagion and infection», A: MICHELL, A. R. (ed.), *The Advancement of Veterinary Science*, vol. III de la *History of the Healing Professions. Parallels between Veterinary and Medical History*, Oxon, CAB International, p. 73-90.

mèdiques, i com a catalitzador de l'apropiació popular del discurs mèdic i de la matèria terapèutica basats en la doctrina galènica humoral. Tal i com s'ha destacat més amunt, la disponibilitat de tot un seguit de recursos terapèutics tradicionals va concedir la iniciativa, en matèria mèdica, als mateixos interessats, sense experimentar la necessitat de recórrer a experts. Aquest fet, al meu parer, fonamentat en la realitat d'una experiència pràctica compartida, va permetre als interessats de decidir, davant el tipus de malaltia, el recurs mèdic més adient. Per tal de confirmar aquesta idea ens calen més estudis centrats en aquesta perspectiva de les cultures mèdiques. Ara, voldria destacar la necessitat d'una anàlisi profunda d'un document excepcional que tingué un paper de frontissa en la difusió i popularització de les idees mèdiques universitàries: el *Llibre del Prior*. Aquest llibre, escrit per fra Miquel Agustí, publicat el 1617 en català a Barcelona i editat en castellà almenys una vintena de cops entre el 1626 i el 1785 (a Perpinyà, Saragossa, Madrid i Barcelona), gaudí d'un èxit extraordinari. En efecte, avalat per «cent cinquanta anys d'edicions pràcticament ininterrompudes i gairebé tres-cents anys de demanda», especialment per part dels pagesos, el llibre no només és un manual de tècnica agrícola, sinó també un manual de medicina domèstica humana i animal. Les pàgines dedicades per fra Miquel Agustí als remeis de les malalties humanes i a les manescalies de les malalties animals demostra la sobreposició de les tres esferes: religiosa, mèdica i popular. Així, es tracta de la lectura feta per un representant de l'església de la medicina universitària i, alhora, de la seva adaptació i popularització destinada a una audiència lleiga que, al seu torn, tindria la capacitat d'interpretar-la i ajustar-la a les seves necessitats. Aquesta popularització de la medicina universitària resulta excepcional en matèria de medicina animal. D'una banda, perquè el llibre de fra Agustí adapta un tret fonamental que trobem en els tractats de manescalia, és a dir, el despatx immediat del tractament per a cadascuna de les malalties més comunes i característiques dels animals. D'altra, perquè el manual de medicina domèstica animal del fraire supera els límits dels tractats de manescalia confinats als cavalls, tot parant esment en les manescalies per a la cura de tots els animals domèstics. En efecte, el llibre no només comprèn la manescalia de «los cavalls, [...], les eguas, y pollins, [...], lo bestiar mulatí, y altres besties de treball», sinó que també inclou les dels «bous, vaques, y vadells, porchs y porcells, gallines y pollam, ocas, anechs, signes, y altres aucells de aygua, flaysants, pagos, galls y gallinas de las Indias, tortoras, perdius, gualles, y coloms salvatges, coloms domesticchs, conills domesticchs ovelles, moltos y anyells, cabras cans, abelles i cuques de filar seda». Ens cal, per tant, una anàlisi seriosa dels continguts d'aquest llibre, però també un coneixement del consum d'aquest text, de la seva presència a les biblioteques particulars i de la identitat dels seus posseïdors, ja que aquests tenien a les seves mans la possibilitat de prendre la iniciativa i el control davant la malaltia en disposar dels coneixements mèdics popularitzats.¹⁸

2. Conclusió

Aquest article ha intentat mostrar l'existència d'una complexa trama caracteritzada per la pluralitat de recursos disponibles davant la malaltia animal i el cavalcament, adaptació

18. Sobre el *Llibre del Prior*, vegeu nota 3. Cal remetre als estudis introductoris que apareixen en l'edició citada, especialment a les planes escrites per Lluís Argemí.

i reelaboració de la doctrina mèdica en les tres esferes esmentades. En funció d'això, sembla convenient revisar els plantejaments presentistes que sovint trobem en determinats estudis històrics de la manescalia i, alhora, situar en el seu context històric el significat de les innovacions, típicament borbòniques, introduïdes en matèria de manescalia al llarg del segle XVIII. Com a hipòtesi de treball, sembla raonable relacionar les dificultats legislatives i executives que experimentà l'organització de la manescalia amb les idees de necessitat i utilitat política i econòmica de l'Estat borbònic en el context de la creació de l'Escola de Veterinària de Madrid. L'anàlisi d'aquests factors i llur projecció en els estudis i organització de la manescalia a partir d'un treball d'història comparada constitueixen, però, un altre objecte de recerca.¹⁹

19. Una primera aproximació es pot fer a partir dels treballs de HANNAWAY, C. (1972) (1977), «The *Société Royale de Médecine* and Epidemics in the Ancien Régime» i «Veterinary Medicine and Rural Health Care in Pre-Revolutionary France», *Bulletin of the History of Medicine*, 46, p. 257-73 i 51, p. 431-47.

SIMPÒSIUM

**LA MATEMÀTICA COM A EINA ESSENCIAL DEL
DESENVOLUPAMENT ECONÒMIC, SOCIAL I
TECNOLÒGIC DE LA SOCIETAT**

LES MATEMÀTIQUES I LA NAVEGACIÓ: UNA ESTRETA COL·LABORACIÓ

Francesc X. Barca Salom

Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica. Universitat Politècnica de Catalunya

Paraules clau: *matemàtiques, navegació, cartografia, Escola de Nàutica de Barcelona, Mercator.*

Mathematics and navigation: a close collaboration

Summary: In the history of mathematics there have been time during which a close relationship existed between mathematics and nautical sciences. One of the problems involving this sciences was the attempt to resolve the situation at sea. To solve this problem, the correct representation of the curved surface of the sea on the plane was necessary. This entails the knowledge of drawing maps and the calculation of two coordinates: the latitude and the longitude.

This paper deals with the relationship between mathematics and two nautical problems: the Mercator projection and the measure of the longitude at sea.

The former gives rise to a more general mathematical problem which consist in the representation of a curved surface over another whilst conserving the angles.

Despite being an easy problem conceptually, the latter took a long time to be resolved. This problem attracted the attention of the most important mathematicians of the time. In the XVIII century the method of the lunar distances was the one that was most widely used. We present the example of the Nautical School of Barcelona where the teachers had a good background in mathematics as consequently used the trigonometric procedure.

The relationship between mathematics and nautical sciences was after the XV century as intensive as the relation between pure and applied mathematics.

Key words: *mathematics, navigation, cartography, nautical school of Barcelona, Mercator.*

Els que impartim la docència de les matemàtiques, molt sovint i de manera recurrent ens trobem amb la dificultat d'haver de respondre a la pregunta dels nostres alumnes: i això, per a què serveix? I de vegades no sabem com convèncer-los de la importància de determinat concepte o de l'aplicabilitat de determinat procediment. La història de la ciència i de la tècnica, però, pot ser un recurs molt útil per fer front a aquesta situació, ja que pot proporcionar-nos molts exemples d'aplicació de la matemàtica per a resoldre un problema de tipus pràctic, tant científic com tecnològic. És més, en alguns exemples, la dependència entre la necessitat

concreta i les matemàtiques ha estat tan important que fins i tot es pot afirmar que ha motivat que aquesta ciència avancés en una determinada direcció.

Per il·lustrar aquestes afirmacions ens serviran dos exemples, ambdós trets de la nàutica: la projecció Mercator i la mesura de la longitud en el mar. Tots dos casos no són independents, sinó que estan estretament relacionats amb un problema decisiu en la navegació, que consisteix en saber a cada moment en quin punt es troba situat el vaixell. És el conegut *problema del punt*, la resolució del qual depèn de saber situar sobre una carta nàutica el lloc on està el vaixell mitjançant dues mesures: la latitud, o distància mesurada en graus sobre el meridià des del punt on es troba la nau fins a l'equador, i la longitud, o distància mesurada en graus sobre un paral·lel des del vaixell fins al meridià de referència.

Com veiem, el problema del punt quedaria resolt en saber fer dues coses: primer, representar correctament sobre el paper la superfície del mar, és a dir, saber fer cartes nàutiques; i segon, disposar de mètodes, instruments i coneixements teòrics i/o pràctics per calcular les dues coordenades: la latitud i la longitud.

Però el problema no és tan senzill. Per poc que s'hagi navegat, quan el vaixell està envoltat d'aigua un dia rere l'altre, les dificultats de saber on està situat es fan francament evidents. No obstant això, la nàutica, des dels seus inicis, ha anat desenvolupant diverses tècniques, basades més en la pràctica que en la ciència, per donar solució a aquest problema.

La navegació als inicis del Renaixement

Les històries de la navegació coincideixen a afirmar que a finals del segle XV es va produir un canvi qualitatiu en la necessitat de noves tècniques per a situar-se en el mar. Aquest canvi va coincidir amb l'època dels grans viatges dels navegants portuguesos cap a l'extrem d'Àfrica i de Cristòfol Colom cap a l'altre extrem de l'Atlàntic (Marguet, 1931, p. 13).

Abans del Renaixement, les dificultats de navegar pel Mediterrani estaven suficientment resoltes amb l'ús de portolans i amb els mètodes de l'estima.

Les cartes portolanes, de les quals tenim exemples de molta qualitat a casa nostra,¹ estaven fetes de pergamí, i representaven la mar Mediterrània, la mar Morta o la costa Atlàntica fins a Irlanda, com si la Terra fos una superfície plana. Tenien en compte que el nord magnètic estava desviat del nord vertader uns 10° cap a l'oest, i dibuixaven un sistema de roses de vents i de rumbos que s'entrellaçaven dins del mapa. Retolaven tots els accidents de la costa amb molt detall i amb una gran precisió, i guarnien el continent profusament amb banderes, escuts, armes i, fins i tot, retrats.

Els mètodes d'estima permetien situar, més o menys, el vaixell en el mar. Primer calia saber el rumb, cosa bastant fàcil des de la introducció de la brúixola als vaixells, i després calia determinar la velocitat de la nau.

La brúixola o compàs, aparell introduït a la navegació durant l'edat mitjana, es ca-

1. Un exemple molt destacat és l'*Atlas Català* (aprox. 1375), encàrrec fet als cartògrafs mallorquins Abraham Cresques i el seu fill Jafudà Cresques per Pere III el Cerimoniós per regalar al rei de França. L'Escola Mallorquina de Cartografia ha proporcionat altres exemplars cartogràfics destacats, com ara la Carta Mallorquina, d'Angelí Dolcert (1339), o els exemplars de Guillem Soler (1380), Macià de Viladestes (1439), Pere Rosell (1486) o Jaume Beltran (1489) (Rey Pastor, 1960, p. 38)

racteritzava per marcar sempre el nord magnètic. Es componia essencialment d'una agulla imantada sostinguda pel seu centre. Es guardava dins d'una capsula, al fons de la qual s'hi dibuixava una rosa dels vents. La seva lectura indicava l'angle que el vaixell formava amb la línia nord-sud, és a dir el rumb.

Fins al Renaixement els càlculs sobre la velocitat del vaixell es feien a ull. La velocitat es podia aconseguir comptant el temps que una massa d'aigua passava entre dues marques, o també llançant un objecte flotant per la proa i calculant el temps que trigava en recórrer tota l'eslora del vaixell. No obstant això, a l'època clàssica Vitruvi (*fl.* 25 aC) i més tard Heró (*fl.* 100 aC) havien descrit un aparell anomenat *hodòmedre*, que facilitava l'obtenció d'aquesta mesura. Els textos de nàutica del segle XVI descriuen per primer cop un altre aparell anomenat *corredora de barqueta*.² Aquest senzill aparell es compon d'una peça de fusta lligada a un cordill que quan es llança a l'aigua queda flotant. La corda que la subjecta està dividida en porcions mitjançant uns nusos, i es desenrotlla des d'un cilindre que disposa d'unes nanses per permetre al mariner la subjecció. Completava l'instrument un rellotge de sorra, o ampolleta, de 30 segons. Els nusos de la corda estaven separats entre si 1/120 de milla i, com que 30 segons és també 1/120 d'hora, resultava que els nombre de nusos de la corda que passaven en el temps que es buidava una ampolleta coincidia amb el número de milles recorregudes en una *hora*.

$$\frac{\text{milla}}{\text{hora}} = \frac{120 \text{ nusos}}{120 \cdot 30 \text{ seg.}} = \frac{\text{nusos}}{30 \text{ seg.}}$$

Amb el rumb i la velocitat del vaixell es podia calcular aproximadament el lloc on aquest es trobava, anomenat *punt d'estima* o també *punt de fantasia*. La forma de càlcul era molt simple. Sobre una carta plana s'assenyalava el punt de partida, per on es traçava una línia nord-sud i es marcava un angle de vèrtex en aquest punt, de valor igual al rumb. A continuació, sobre la línia de rumb es marcava la distància recorreguda en un cert temps i, per l'extrem, es traçava una línia est-oest. El resultat era un triangle rectangle del qual se'n coneixia un angle agut i la hipotenusa. El primer era el rumb i el segon la distància recorreguda. Els catets obtinguts gràficament permetien saber la latitud i la longitud d'estima del punt d'arribada (Baralt, 1811, p. 114).

Aquests procediments aproximats, tot i donar resultats erronis, van permetre durant segles la navegació pel Mediterrani sense gaires dificultats, ja que les imprecisions degudes als instruments, les deficiències dels càlculs o l'aproximació comesa en considerar la superfície del globus plana eren suplertes per la facilitat de percebre amb poques jornades de navegació les muntanyes costaneres o altres accidents geogràfics (Vernet, 1979, p. 383).

La projecció Mercator

Com hem vist, el rumb tenia un paper destacat en el coneixement de la situació del vaixell en el mar. Però, encara que els portolans dibuixessin un entramat de rumbos com a prolongació de les direccions assenyalades per les roses dels vents, aquestes línies no es corresponien amb els rumbos reals sobre la superfície de la Terra.

2. La primera corredora la descriu Willam Bourne en *A regiment for the sea* (1577) (Randier, 1990, p. 43).

No ha de sorprendre que la cartografia tractés de cercar maneres de representar la superfície esfèrica que permetessin mantenir el rumb i, consegüentment, els angles.

El 1546, el portuguès Pedro Nunez (1502-1570) va publicar una obra en la qual provava que les línies que mantenien el rumb no coincidien amb els cercles màxims i, en conseqüència, no eren cercles, sinó que tenien la forma d'espiral. Anys més tard, aquestes corbes serien conegudes com *loxodròmies*.

Els viatges en vaixell a través de l'Atlàntic es realitzaven en condicions d'extrema duresa i comportaven perdre de vista la terra durant molts dies. La incertesa, llavors, s'incrementava i creixia el risc de perdre les mercaderies transportades i, fins i tot, les vides dels mariners. En aquestes condicions resultava imprescindible disposar d'unes cartes nàutiques prou exactes.

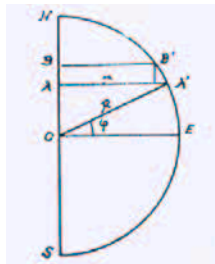
Amb el desig de donar resposta a aquestes necessitats, el 1569 el cartògraf holandès Gerard Mercator (1512-1594)³ va elaborar un mapamundi titulat *Nova et aucta orbis terrae descriptio ad usum navigantium emendate accommodata*, en el qual, de manera empírica, representava la Terra d'una forma en la qual les loxodròmies eren línies rectes.

La projecció de Mercator consistia en una xarxa de rectes verticals i una altra de rectes horitzontals. Les primeres eren equidistants entre si, representaven els meridians i estaven col·locades de manera que, en l'equador, aquesta equidistància, a l'escala corresponent, estava representada en vertadera magnitud. Les segones representaven els paral·lels; no eren equidistants sinó que a mesura que hom s'allunyava de l'equador, la seva distància augmentava, amb la qual cosa s'obtenien unes latituds ampliades.

La interpretació més encertada de la manera com Mercator va obtenir aquestes latituds ampliades la dona Rey Pastor:

Cálculo no aproximado sino exacto, construcción gráfica; integración exacta (todo en una pieza), lo realizó probablemente sin más que ampliar cada latitud AB de la escala natural por la $A'B' > AB$ dada en la figura. ¿Demostración? ¡Mira! (Rey Pastor, 1960; p. 9)

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AA'}{OA'} = \frac{r}{R}$$



3. Gerard Mercator era el nom llatinitzat de Gerhard Kremer, director d'un establiment de cartografia a Lovaina. De formació universitària, Mercator, va ocupar la seva vida construint globus terraquüis i instruments de navegació, i també elaborant mapes. Un dels més destacats va ser el que va elaborar el 1554, en el qual reduïa la longitud de la Mediterrània uns 53°, corregint així a Ptolemeu. (Raisz, 1953, p. 40).

La interpretació consisteix en ampliar la latitud en la mateixa proporció en què es troba el radi del paral·lel amb el radi de la Terra. Això equival a interpretar la projecció de Mercator com una projecció cilíndrica peculiar, en la qual la projecció no es fa sobre un únic cilindre tangent a l'equador, sinó sobre diversos cilindres de radi, els successius radis dels paral·lels corresponents.

La projecció obtinguda era especialment important, ja que tant els meridians, els paral·lels com les línies de rumbos o loxodròmies eren línies rectes i, encara que el mapa no conservés les superfícies, sí que mantenia els angles.

Mercator no va donar cap demostració teòrica del seu invent. Va caldre esperar els treballs dels matemàtics posteriors perquè se'n trobés l'explicació matemàtica. Així, Edward Wright (1558-1615) va descobrir que en la projecció de Mercator les distàncies dels paral·lels a l'equador s'obtenien pel sumatori de les latituds:

$$y = \sum_0^{\phi} \sec t$$

En els anys posteriors, Simon Stevin (1548-1620), James Gregory (1638-1675), Gottfried W. Leibnitz (1646-1716), Jean Bernoulli (1667-1748), Leonhard Euler (1707-1783), Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) i Carl Friedrich Gauss (1777-1855) van ocupar-se d'aquest tema i, amb la invenció del càlcul infinitesimal, van poder explicar de manera rigorosa el que Mercator havia aconseguit intuïtivament, i van poder establir la relació que permet obtenir les latituds ampliades:

$$\int_0^{\phi} \sec \phi = \ln \cot g \frac{90^{\circ} - \phi}{2} = 2,30259 \log \cot g \frac{90^{\circ} - \phi}{2}$$

La història de la projecció de Mercator permet extreure algunes lliçons d'interdisciplinarietat, ja que involucra diverses disciplines: la geografia, la navegació i les matemàtiques.

Pel que fa a les matemàtiques, es parteix d'un problema irresoluble, el qual consisteix en representar de manera exacta una superfície esfèrica sobre un pla, i en el qual l'única cosa que es pot aconseguir es imposar a la projecció una determinada condició: per exemple, conservar els angles. Això, tal com hem vist, es va poder aconseguir amb la projecció de Mercator, en la qual totes les corbes de la carta es tallen entre elles sota els mateixos angles que les corbes de la superfície esfèrica a les quals representen.

El problema de les cartes i, en particular, la projecció de Mercator, va donar lloc a un problema matemàtic més general, consistent a representar una superfície corba sobre una altra superfície, i va donar lloc a un capítol de l'anàlisi referent a la projecció conforme en la qual es conserven els angles (Delevsky, 1942; p. 116).

La posició pels mètodes d'Astronomia Nàutica: La latitud.

De les dues coordenades, latitud i longitud, la primera era fàcilment calculable per procediments astronòmics. Ja des de l'antiguitat els navegants havien après a *posar l'ull al*

cel per a determinar-la, i sabien que el valor de la latitud coincidia amb l'altura del pol sobre l'horitzó. Ara bé, el pol Nord no estava assenyalat en el cel i, per això, va caldre recórrer a les estrelles que hi havia a prop: la polar en l'hemisferi septentrional i la creu del sud en el meridional. També van aprendre que durant el dia la latitud es podia trobar amb l'altura meridiana del Sol, sempre que es conegués la declinació d'aquest astre. Un coneixement més rigorós de la latitud permetia corregir els càlculs d'estima i trobar una longitud més ajustada a la realitat.⁴

A finals del segle XVI les mesures astronòmiques de la latitud van començar a ser corregides de tres defectes: la refracció, la paral·laxi i el semidiàmetre,⁵ i, aleshores, la trigonometria esfèrica va desembarcar en el càlcul de la latitud mitjançant l'ús del triangle esfèric. En aquells anys, els matemàtics posaven molt d'èmfasi en un conjunt de fórmules trigonomètriques que facilitaven els càlculs per mitjà de la transformació de les sumes en productes, i que eren conegudes com les regles de prostaferesis. Tanmateix, en el tombant d'aquest segle, John Napier (1550-1617) va inventar una nova eina que, com la regla anterior, va alleugerir considerablement les operacions: els logaritmes neperians. Més tard, el 1624, Henry Briggs (1561-1630) va construir la primera taula dels logaritmes decimals (Boyer, 1986, p. 392). L'ús dels logaritmes va facilitar les resolucions dels triangles esfèrics i va afavorir que els pilots realitzessin amb més facilitat els càlculs astronòmics de la latitud.

L'aplicació dels logaritmes a la nàutica la va facilitar Edmund Gunter (1581-1626), professor d'astronomia al Gresham College de Londres, en idear, el 1625, el conegut regle que porta el seu nom, en el qual va incloure escales logarítmiques de nombres, d'angles, de sinus i de tangents. L'escala Gunter tenia un mig metre de longitud: a una de les cares hi presentava les escales de tipus logarítmic, mentre que a l'altra hi col·locava les escales naturals. Més tard va construir un sector amb la mateixa finalitat (García Franco, 1947, p. 121). Aquests instruments van anar preparant el camí al regle de càlcul, que tant de servei va fer no sols a la marina, sinó també a l'enginyeria, fins a l'aparició de les calculadores.

Amb aquests avenços matemàtics l'astronomia nàutica va perfeccionar els mètodes de la latitud, ja fos amb la introducció de nous procediments o millorant els ja existents,⁶ de manera que, a poc a poc, l'art de navegar va esdevenir ciència. Va contribuir a això la difusió de les cartes construïdes amb la projecció de Mercator i, també, l'aparició de nous instruments de reflexió, com l'octant, en el segle XVIII. Matemàtics d'alt prestigi van estudiar el

4. Les mesures de la latitud, encara que escasses, eren habituals en els viatges durant l'edat mitjana i fins al segle XV (Laguada, 1959, p. 3) (Vernet, 1979, p. 350*).

5. La refracció té en compte el desviament de la llum en travessar les capes de l'atmosfera. La paral·laxi corregeix la diferent percepció que hom té d'un astre si s'està a la superfície de la Terra o si s'està al seu centre. El semidiàmetre, que no pot ser considerat pròpiament com un error, fa referència al fet que les mesures d'un astre que hom fa amb els instruments se solen fer fins al seu limbe i, aleshores, a aquests valors cal afegir-hi el semidiàmetre (Ciscar, 1869, p. 120).

6. En el segle XVII es podia calcular la latitud per diversos mètodes: 1) Per l'altura meridiana d'una estrella. 2) Per l'amplitud ortiva de les estrelles. 3) Per dues altures extrameridianes del Sol. 4) Per dues altures del Sol i el temps transcorregut entre elles. 5) Per dues altures del Sol o d'una altra estrella i la distància entre els verticals corresponents. 6) Per l'altura simultània de dues estrelles. 7) Per dues estrelles que tinguin l'ort i l'ocàs al mateix temps (García Franco, 1947, p. 141-200).

problema i van aportar-hi nous mètodes; per exemple, Gauss va idear un mètode per trobar la latitud (García Franco, 1947, p. 150).

La longitud: una coordenada molt problemàtica.

La segona de les coordenades va trigar força temps a poder ser calculada amb prou fiabilitat. No és que el problema fos difícil de comprendre, sinó més aviat que les tècniques de mesura no eren les apropiades.

Conèixer la longitud, també anomenada *altura est-oest*, era un problema senzill. Només calia saber en un mateix instant l'hora del vaixell i l'hora del meridià de referència. Restant aquestes dues hores s'obtenia l'angle horari que, convertit en graus (1 hora = 15°), donava la longitud.

Però aquest problema, aparentment tan fàcil, va costar molt de ser resolt, i va ocupar el temps de les ments més privilegiades. En primer lloc, mentre que la latitud tenia l'equador com a línia natural d'origen, la longitud requeria que s'establís un primer meridià de manera artificial. A l'època clàssica se solia agafar el meridià de les Illes Canàries com a referència, i així es va mantenir fins al segle XVII, en què cada país va escollir un meridià que passés pel seu propi territori: París, Lisboa, Cadis, etc. Va caldre esperar a finals del segle XIX perquè el meridià de Greenwich fos triat com a meridià zero.

La primera idea que, ben segur, van tenir els navegants, va ser la de disposar de rellotges que marquessin el temps. Però aquests aparells, basats en l'aigua i en la sorra, eren tan imprecisos i es veien tan afectats pels moviments dels vaixells, que resultaven inservibles. Per això es van buscar alguns fenòmens astronòmics que poguessin ser observats des de diversos llocs de la Terra al mateix temps, com els eclipsis de Lluna.⁷ El problema és que aquests fets només succeïen de tant en tant i, a més, no eren visibles des de tots els punts de la Terra.

Les monarquies europees van establir premis per tal d'incentivar els inventors a trobar una solució al problema de la longitud. Així, Felip III d'Espanya va oferir una pensió de 6.000 ducats, i els governs de Portugal, Venècia i Holanda van establir també els seus premis. Llavors, una enorme munió de treballs inundà les cancelleries d'aquests països. Es presentaren mètodes que empraven la Lluna en conjunció o en oposició a altres estrelles, com Venus o una estrella fixa, i mètodes que calculaven la distància de la Lluna a altres estrelles. Galileu Galilei (1564-1642) va presentar-ne un que consistia en observar la conjunció d'algun dels satèl·lits de Júpiter amb aquest planeta. La idea era la mateixa: una llumeneta al cel que apareixia i s'extingia en el mateix instant per a tots els observadors de la Terra. Aquest fenomen, tabulat pel primer meridià, el de referència, permetria obtenir-ne l'hora i, consegüentment, la longitud. Però el mètode no va resultar pràctic al mar a causa de la falta d'estabilitat dels vaixells.⁸

7. Els àrabs havien realitzat observacions precises dels inicis i finals dels eclipsis de Lluna, i acompanyava aquesta dada amb l'altura de l'astre, cosa que va facilitar el càlcul de l'angle horari. Més tard, Cristòfol Colom va utilitzar aquest procediment en dues ocasions per determinar la longitud, i va fer servir les *Efemérides* per trobar l'hora que succeïa aquest fenomen en un lloc d'Europa (García Franco, 1947, p. 284).

8. Galileu, que presentà el seu mètode el 1616, no va rebre cap resposta del rei d'Espanya i va tornar a pre-

Un altre conjunt de mètodes eren els que es basaven en la creença errònia que la declinació magnètica o la inclinació de l'agulla prenia un valor diferent en cada punt del Globus i que guardava una certa relació amb la longitud.⁹

A mitjans del segle XVIII, un d'aquests mètodes es va anar imposant amb força als altres: era el mètode de les distàncies lunars. El 1759, l'Acadèmia de Ciències de París va manifestar-s'hi a favor i, poc després, en el *Nautical Almanac* i en les *Connaissance des Temps* van començar a publicar-s'hi taules que donaven les distàncies de la Lluna al Sol per cada hora del meridià de referència.

El mètode de les distàncies lunars requeria que es realitzessin unes observacions de les altures de la Lluna i del Sol i de les distàncies entre els seus limbes més propers. Aquestes dades eren corregides dels defectes habituals: depressió, refracció, paral·laxi i semidiàmetre. La distància entre els dos astres, anomenada *aparent*, s'havia de reduir a vertadera mitjançant la resolució dels triangles esfèrics ZLS i Zls, on Z és el zenit, i L, l, S i s les posicions vertaderes i aparents de la Lluna i del Sol. Amb la distància vertadera es buscava a les taules nàutiques l'hora del meridià de referència, i la resta amb l'hora del meridià del lloc donava la longitud.

La preocupació dels matemàtics i astrònoms va ser intentar oferir maneres de facilitar aquests càlculs. Així, mentre que uns van recórrer a les taules logarítmiques i trigonomètriques, altres preferiren proporcionar taules que facilitessin les correccions de les observacions dels defectes habituals. La conversió de la distància de la Lluna al Sol d'aparent a vertadera va permetre suggerir nous procediments i proposar noves fórmules per a facilitar les operacions. Nicolas-Louis de Lacaille (1713-1762), J. J. François de Lalande (1732-1807), Nevil Maskelyne (1732-1811), Jean Charles de Borda (1733-1799), Leonhard Euler (1707-1783), Joseph de Mendoza Rios (1762-1816) i Adrien Marie Legendre (1752-1833) figuren entre els científics més destacats (García Franco, 1947, p. 308-332).

Destacarem al reverend Maskelyne, astrònom reial, per fer ús d'un tipus de logaritmes avui poc habituals, anomenats *logístics* o *proporcionals*, caracteritzats per aplicar-se a nombres fraccionaris en els quals el numerador era sempre constant i el denominador variable.

$$\log \log ist \quad x = \log \frac{3600}{x}$$

Més tard François Richer¹⁰ va aplicar una proposició demostrada per Legendre per a la resolució del triangle esfèric:

sentar-lo a Holanda el 1636. Allí li van atorgar una cadena daurada, però va morir abans que li fos lliurada (Brown, 1977, p. 209).

9. Aquest procediment va donar lloc a tota una cartografia basada en la declinació de l'agulla i a un seguit de treballs en aquesta direcció, tant de científics com d'aficionats. Un exemple de la preocupació sobre les aplicacions de la declinació magnètica la tenim a *L'Obra de Josep Rubió i Nadal, Científic Il·lustrat, Rector de Vilanova de Prades (1792-1807)*. Vilanova de Prades: Ajuntament— Parròquia, 1999.

10. No estem segurs, però pensem que podria tractar-se de François Richer (1718-1790) jurisconsult francès nascut a Avranches i mort a París, i autor d'algunes obres de dret, tot i no haver pogut consultar els seus

Sean a, b, c los tres lados de un triángulo esférico y A el ángulo opuesto al lado a ; entonces, si se forma un triángulo rectilíneo de lados

$$2 \sin \frac{a}{2}; \sin \frac{b+c}{2} + \sin \frac{c-b}{2}; \sin \frac{b+c}{2} - \sin \frac{c-b}{2},$$

el ángulo opuesto al primero de estos lados es también A . (García Franco, 1947, p. 316)

Joseph de Mendoza Rios va tractar de simplificar les fórmules per calcular la distància vertadera de la Lluna i el Sol amb la introducció del sinus vers o dels suplementaris sinus vers.

$$\begin{aligned} \sin \text{vers } \alpha &= 1 - \cos \alpha \\ \text{su sin vers } \alpha &= 1 + \cos \alpha \end{aligned}$$

Els seus treballs d'utilització d'aquestes raons trigonomètriques van propiciar que avui les fórmules per obtenir el sinus i cosinus de l'angle meitat siguin conegudes com a fórmules de Mendoza (Mendoza, 1795, p. 7).

Aquests tres exemples han de servir per provar com els conceptes matemàtics van anar trobant aplicació en la resolució, primer, i en la simplificació del mètode de determinació de la longitud per a les distàncies lunars.

Les longituds a l'Escola de Nàutica de Barcelona

La tria entre els diversos procediments de determinació de la longitud per a les distàncies lunars va dependre de diversos factors i, en alguns casos, van jugar un factor decisiu els professors que s'ocuparen de formar els pilots a les escoles de nàutica. Per il·lustrar el que estem dient valgui l'exemple de l'Escola de Nàutica de Barcelona, un centre docent creat i finançat per la Junta de Comerç des del 1769 (Moreno, 1993, p. 25-27). En aquesta Escola, com a les altres escoles del Principat, el mètode de les distàncies lunars va ser introduït arran de la visita de l'inspector Francisco Javier de Winthuysen, el 1791.¹¹ Valgui dir, en favor del professorat de les escoles, que les primeres taules nàutiques publicades per l'Estat espanyol van aparèixer en el *Estado General de la Marina* cinc anys abans, i que no fou fins aquell mateix any de la visita d'inspecció que l'*Almanaque Náutico* les va publicar de manera regular,

treballs sobre les longituds apareguts a les *Connaissances des Temps*, de 1796. Sembla evident que no fou Jean Richer (1630-1696), astrònom i matemàtic francès, pel fet que no va poder copiar Legendre, ja que no fou coetani seu.

11. Tanmateix, l'objectiu d'aquesta visita no era tant la millora dels ensenyaments com aconseguir la submissió de l'Escola al Departament Militar de Cartagena. Això no es va aconseguir, però, a canvi que els estudiants no haguessin de servir la Reial Armada, la Junta de Comerç va haver de promulgar unes ordenances que aprovaven els ensenyaments de l'Escola als proposats des del Ministeri de Marina. (Barca, 1996, p. 269)

per la qual cosa sembla comprensible l'escepticisme i la reticència del professorat a explicar aquest mètode.

A partir d'aquest moment, i fins a principis del segle XX, a l'Escola de Nàutica de Barcelona es va explicar aquest mètode i es va triar el procediment conegut com *trigonomètric*, que consistia en la resolució dels triangles esfèrics implicats; així, es van descartar o deixar en segon terme els altres procediments, com el de Borda o el de Mendoza, encara que fossin més senzills i no requerissin coneixements matemàtics previs, sinó únicament el maneig de taules. La raó, al nostre entendre, cal buscar-la en què la formació dels professors de l'Escola al llarg de la primera meitat del segle XIX tenia una gran base matemàtica. Així, en fou professor Agustí Canellas, primer, i Onofre Novellas, després. Tots dos foren acadèmics de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Agustí Canellas tenia amplis coneixements matemàtics i astronòmics, que quedaren reflectits en els dos volums dels *Elementos de Astronomía Náutica*, en què dedicà un ampli capítol al mètode de les longituds i on va deixar clara la seva preferència pel mètode trigonomètric.¹² Onofre Novellas va compaginar els ensenyaments a l'Escola de Nàutica amb els de la càtedra de matemàtiques de la Junta de Comerç. El 1819 va presentar una memòria a l'Acadèmia amb el títol de *Sobre la necesidad de la óptica y de la cosmografía para el acierto en la dirección de las naves*, en la qual suggeria un procediment per calcular les distàncies lunars quan només hi havia un únic observador, també basat en el procediment trigonomètric (Barca, 1996, p. 275).

El 1904, quan el mètode de les distàncies lunars ja havia començat a caure en desús i era substituït per les mesures horàries fetes amb cronòmetres, Josep Ricart i Giralt, professor de l'Escola de Nàutica i testimoni d'excepció d'aquests canvis, recordava aquesta preferència de la Marina catalana en fer servir el mètode de les distàncies lunars pel procediment trigonomètric, i ho justificava pel fet de no requerir més taules que les de logaritmes, les de sinus i les de tangents (Ricart i Giralt, 1904, p. 6).

Conclusió

El problema del punt no es va solucionar fins al segle XVIII, en aparèixer els cronòmetres de John Harrison (1693-1776) i de Ferdinand Berthoud (1727-1807). Ara bé, si la solució del càlcul de la longitud és vuitcentista, la difusió dels cronòmetres i l'equipament dels vaixells amb aquests instruments no va arribar fins a finals del segle següent.

Tanmateix, la solució del problema no va estar exempta de coneixements matemàtics ja que, per poder arribar a la fabricació dels cronòmetres, van caldre estudis sobre el pèndol, en els quals va intervenir Galileu, i sobre la cicloide i la seva aplicació als rellotges, que va fer Huygens.¹³

12. «Este método trigonométrico es el más directo, el más exacto y el que recomienda Delambre con preferencia a todos los demás; ya porque sobre presentarse al alcance de todos los que están versados en la trigonometría esférica, pocas son las fórmulas que le aventajan en la brevedad, y ninguna en la exactitud cuando las observaciones sean buenas, y todas las demás circunstancias ventajosas»(Canellas, 1817, p. 129).

13. Christian Huygens (1629—1695) va construir el 1669 un rellotge de pèndol equipat amb suspensió cardan i perfeccionat amb dos arcs de cicloide (Brown, 1977, p. 213).

Com hem vist, les matemàtiques i la nàutica han mantingut una estreta relació, sobretot a partir del segle XV, amb la navegació d'altura. Aquest lligam era tan gran com la relació que hi hagué entre la matemàtica pura i la matemàtica aplicada. De fet, aquesta distinció no deixa de ser un anacronisme ja que, fins als inicis del segle XIX, la matemàtica era considerada com una ciència auxiliar, com la donzella de les ciències naturals (Rey Pastor-Babini, 1985, p. 97).

Des de la nostra òptica actual, hi veiem un continu traspàs d'informació i de coneixement entre les matemàtiques i les altres ciències. Els exemples exposats en aquesta comunicació així ho evidencien: el problema del punt s'aprofita dels avenços matemàtics, i la matemàtica avança gràcies a les necessitats de la cartografia i de la nàutica. Però si ens poséssim en el lloc dels matemàtics dels segles anteriors al XVIII, aquest traspàs no seria entès com a tal, sinó com una part més dels seus treballs dins de les diferents branques de la matemàtica, ja que era més habitual que s'ocupessin dels problemes de la nàutica, de l'astronomia o de la mecànica, que no pas dels fonaments de la matemàtica.

Tornant a la idea inicial d'aprofitar aquesta visió històrica per a la docència, només voldria suggerir dues actuacions que podrien ser de força utilitat: la primera, una mica més treballada, consisteix en aprofitar la cartografia per fer treballs sobre mapes: escales, càlculs d'àrees, corbes de nivell;¹⁴ la segona, a nivell de suggeriment, consistiria en utilitzar la nàutica, i en concret, el problema del punt, per mostrar la utilitat de la trigonometria plana i esfèrica o dels logaritmes. La resolució d'un problema d'estima o un càlcul de la latitud o la longitud podrien mostrar a l'alumne que aquests conceptes matemàtics que estudia, a més de tenir una història, han servit per fer progressar la humanitat.

Bibliografia

- BARALT, J. (1811), *De la Hidrografia. Construcción i uso de las cartas marinas*, Girona, Imprenta Bro.
- BARCA SALOM, F. X. (1996), «La longitud, una coordenada conflictiva». A: *I Simposium de Historia de las Técnicas. La construcción Naval y la Navegación*, Santander, Centro de Estudios Astillero de Guarnizo, Universidad de Cantabria, p. 265-277.
- BOYER, C. B. (1986), *Historia de la matemática*, Madrid, Alianza Editorial AUT/94.
- BROWN, L. A. (1977), *The Story of Maps*, Nova York, Dover Publications Inc.
- CANELLAS, A. (1817), *Elementos de Astronomía Náutica*, Barcelona, Imp. Agustín Roca, vol. II.
- CISCAR, G. (1869), *Curso de Estudios Elementales de Marina*, Madrid, Depósito Hidrográfico, vol. III, 9a. ed.
- DELEVSKY, J. (1942), «L'invention de la projection de Mercator et les enseignements de son histoire», *Isis*, 34, 1942-1943, p. 110-117.
- GARCÍA FRANCO, S. (1947), *Historia del arte y ciencia de navegar*, Madrid, Instituto Histórico de Marina, vol. I i II.

14. Un exemple molt interessant és el treball de CORBERÓ, M. V. et. al. (1988), *Trabajar mapas*, Madrid: Biblioteca de Recursos Didácticos Alhambra.

- LAGUARDA TRIAS, R. (1959), *Comentarios sobre los orígenes de la navegación astronómica*, Madrid, Revista General de Marina.
- MARGUET, F. (1931), *Histoire Générale de la Navigation du XV^e au XX^e siècle*, París, Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales.
- MENDOZA RIOS, Joseph de, (1795), *Memoria sobre algunos métodos nuevos de calcular la longitud por las distancias lunares y aplicación teórica a la solución de otros problemas de navegación*, Madrid, Imprenta Real.
- MORENO RICO, J. (1993), «La Enseñanza Náutica en Barcelona entre 1769 y 1939», *Revista de Historia Naval*, 41, any XI, p. 25-45.
- RAISZ, E. (1953), *Cartografía General*, Barcelona, Editorial Omega.
- RANDIER, J. (1990), *L'instrument de marine*, París, CELIV.
- REY PASTOR, J.; BABINI, J. (1985), *Historia de la Matemática*, Barcelona, Gedisa, vol. I i II.
- REY PASTOR, J., GARCÍA CAMARERO, E. (1960), *La Cartografía Mallorquina*, Madrid: CSIC, Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia Instituto Luis Vives.
- RICART I GIRALT, J. (1904), «Cálculo de la longitud geográfica por medio de las distancias lunares; su pasado, su presente y su porvenir», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes*, nov. 1904.
- VERNET, J. (1979), «La Navegación en la Alta Edad Media», *Estudios sobre historia de la Ciencia Medieval*. Reedición de trabajos dispersos, ofrecida al autor por sus discípulos con ocasión de los veinticinco años de su acceso a la cátedra de la Universidad de Barcelona. Barcelona, Bellaterra, UB, UAB, p. 324-380.

UNA REFLEXIÓ SOBRE EL RACÓ DE L'UNIVERS ON VIVIM I LA SEVA RELACIÓ AMB UN INSTANT CRUCIAL DE LA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

Jaume Llibre

Departament de Matemàtiques. Universitat Autònoma de Barcelona.

1. Introducció

Un dels instants més brillants del pensament científic va ésser la comprensió dels moviments dels planetes mitjançant la llei de gravitació de Newton.

En aquesta breu comunicació vull remarcar que aquest crucial descobriment de la ciència va ser possible no només gràcies a la brillantor del pensament d'homes com Copèrnic, Galileu, Kepler, Newton, etc., sinó també al fet que la humanitat hagi nascut en aquest racó de l'univers on el moviment dels planetes al voltant del Sol és molt proper a un moviment integrable i, per tant, llunyà dels moviments caòtics.

La comunicació està estructurada en els següents apartats:

- Una visió breu de l'univers
- El sistema solar
- El moviment caòtic
- Caos determinístic
- Hem estat afortunats
- Referències

Els lectors que vulguin aprofundir en algunes de les idees que apareixen en aquesta reflexió poden mirar-se les referències que donem.

2. Una visió breu de l'univers

Un llarg procés educatiu s'inicia quan un nen s'adona que la casa on viu no és l'única casa existent, que la seva família no és l'única família, que per tot arreu existeixen comunitats molt semblants a la que ell habita. D'igual manera, el procés de maduració de l'home implica que aquest s'adoni que els planetes i les estrelles no són només unes llumetes que estan allà al cel, sinó que existeixen altres mons i altres sols, a part del nostre.

Avui sabem que la Terra és un dels nou planetes que giren al voltant de l'estrella que anomenem Sol. A diferència de les estrelles, els planetes no brillen amb llum pròpia, sinó que tant sols reflecteixen la llum de la seva estrella o estrelles. El Sol, els planetes, els satèl·lits, els

asteroides, alguns cometes, etc., formen el nostre sistema solar, aquest racó de l'univers on hem nascut.

El següent sistema solar es troba a unes set mil vegades la distància de la Terra a Plutó, en direcció a la constel·lació Alfa de Centaure. Entre nosaltres i aquest sistema existeixen vastos abismes d'espai interestel·lar, un buit més perfecte que qualsevol dels que podem produir a la Terra. Però tot i així, aquest espai no és completament buit. Per terme mitjà, conté un únic àtom a cada centímetre cúbic d'espai interestel·lar.

Alfa de Centaure és, en realitat, un sistema estel·lar triple: tres estrelles movent-se una al voltant de les altres en una dansa majestuosa i quasi eterna. A simple vista només veiem un focus de llum, però els telescopis ens mostren tres sols diferents: un de groc, un altre de taronja i el darrer, vermell.

La següent estrella més propera a nosaltres és una diminuta i pàl·lida estrella vermellosa visible només a través dels telescopis, la qual es troba a una distància d'uns sis anys llum. Rep el nom d'estrella de Barnard, en homenatge a l'astrònom que la va observar per primera vegada, i es troba a la constel·lació del Serpentari.

Més enllà d'aquests veïns existeixen altres estrelles i, més enllà, encara d'altres, sigui quina sigui la direcció en què mirem. Totes les estrelles que podem veure a simple vista en una nit clara formen part d'una gran agrupació d'estrelles que denominem la nostra galàxia. Com que nosaltres ens trobem dins d'aquest conjunt, la determinació de la seva forma no ha estat fàcil: seria com fer-se una idea completa del cos humà observant-lo des de l'interior de l'estómac.

Avui sabem que la nostra galàxia és un disc pla d'estrelles, gasos i pols, amb un nucli bulbós, des del qual giren vers l'exterior els vastos braços en forma d'espiral de les estrelles.

El Sol és una de les estrelles que, en un nombre que pot oscil·lar entre 200.000 i 400.000 milions, formen la nostra galàxia, i ni la seva grandària, brillantor o localització presenten cap peculiaritat. No som al centre de la galàxia, ni tan sols en un dels seus braços espirals principals. Ens trobem en un petit espigó, a una distància d'uns 30.000 anys llum del centre. Si a alguna organització de reconeixement còsmic se li acudís de fer una llista dels llocs interessants de la galàxia, no existeix cap seguretat que hi fóssim.

Des del lloc que ocupem als ravals de la galàxia, veiem el disc que aquesta forma com una franja que travessa el cel, i la tènue resplendor de les estrelles més properes s'hi barreja i forma la Via Làctia. Molt més antiga que el Sol i la Terra, molt més gran que les parts que podem observar, la Via Làctia és la nostra illa o continent còsmic: un petit disc que roda lentament en la foscor de l'espai.

Més enllà de la galàxia es troba l'espai intergalàctic, un buit tan gran que la concentració mitjana de matèria és només d'un àtom per metre cúbic. Però en aquest espai, fins allà on arriben els nostres telescopis, existeixen altres illes d'estrelles, i d'altres encara més enllà. Hem arribat a l'hàbitat de les galàxies, on els nostres veïns més propers, les dues galàxies anomenades *Nívols de Magallanes*, es troben a 150.000 anys llum. A l'igual que les estrelles, les galàxies també formen agrupacions o cúmuls: uns de més grans i altres de més petits.

Hi ha moltíssimes galàxies a l'univers, milers de milions. Algunes estan isolades, però la majoria estan agrupades en cúmuls, que poden contenir des d'unes poques galàxies fins a uns pocs milers. Per terme mig, les galàxies estan distribuïdes a l'espai en la mateixa proporció que una moneda de pesseta per metre cúbic.

La Via Làctia forma part d'un grup escampat d'unes dues dotzenes de galàxies denominades *el Grup Local*. Més enllà dels seus confins existeixen altres grups i cúmuls, els quals, a la vegada, semblen agrupar-se en supercúmuls que s'estenen fins a molts milions d'anys llum.

Fins fa molt poc, els astrònoms no han començat a investigar si, a la seva vegada, els cúmuls i supercúmuls no podrien agrupar-se en estructures més grans. Existeix la possibilitat que les cadenes de cúmuls i supercúmuls puguin formar una sèrie de bombolles tridimensionals, les quals envoltarien les parts més desertes de l'univers.

3. El Sistema Solar

Tornem al nostre racó de l'univers. Els cossos del sistema solar, amb l'excepció de la majoria dels cometes, estan tots continguts en una esfera centrada en el Sol, de radi igual a la distància a l'estrella més propera dividida per 60.000.

Els cossos que formen el sistema solar són, essencialment, el Sol, els planetes, els satèl·lits, els asteroides, els cometes, els meteorits i les partícules interplanetàries.

El Sol és una estrella típica que domina el sistema solar en grandària i massa (veure Taula 1). La gran massa del Sol respecte de les masses planetàries fa que els planetes es moguin com si fossin atrets únicament per la força gravitatòria del Sol i, per tant, les seves òrbites són molt properes a el·lipses de diferent mida que tenen el Sol en un dels seus focus. Aquestes el·lipses són gairebé cercles que estan quasi en un mateix pla, excepte en el cas de Mercuri i Plutó.

Mercuri	$0.17 \cdot 10^{-6}$
Venus	$2.45 \cdot 10^{-6}$
Terra	$3.00 \cdot 10^{-6}$
Mart	$0.32 \cdot 10^{-6}$
Júpiter	$954.00 \cdot 10^{-6}$
Saturn	$285.60 \cdot 10^{-6}$
Urà	$43.80 \cdot 10^{-6}$
Neptú	$51.90 \cdot 10^{-6}$
Plutó	$0.01 \cdot 10^{-6}$

Taula 1. Masses planetàries prenent la massa del Sol com la unitat.

Els planetes presenten dos moviments, aparentment molt regulars: el moviment de *translació* al voltant del Sol, seguint aquestes òrbites quasi circulars, i el moviment de *rotació* al voltant d'un eix. Aquests dos moviments, en el cas de la Terra, donen lloc a la successió de les estacions, i dels dies i de les nits, respectivament. La gran regularitat d'aquests dos moviments ha portat a l'home a utilitzar-los per a definir les unitats per a mesurar el temps (l'any i el dia amb les seves divisions). Això ha estat així fins fa pocs anys.

4. El moviment caòtic

Les lleis de la mecànica permeten determinar el moviment d'un cos si coneixem la força que actua sobre ell en tot moment, i la seva posició i velocitat en un instant de temps donat. Aquestes dues darreres dades s'anomenen les *condicions inicials*.

Si petites variacions en les condicions inicials s'amplifiquen exponencialment amb el pas del temps direm que el moviment que determinen és *caòtic*. És a dir, el caos apareix quan petites variacions en les condicions inicials originen grans variacions al cap d'un temps finit. Això fa que, si un cos està en moviment caòtic, no puguem predir on es trobarà al cap d'un cert temps finit. Pel contrari, per a un cos en moviment *regular* (és a dir, no caòtic) podem, en general, predir on es trobarà al cap de qualsevol interval de temps.

Amb un llenguatge una mica més matemàtic podem dir que els cossos que no presenten caos són aquells que les seves equacions de moviment són *integrables*. Fins fa poc més de 100 anys pensàvem que tots els moviments eren integrables; és a dir, que no hi havia moviments caòtics. Per tant, pensàvem que només era qüestió de temps poder conèixer els moviments per als sistemes dels quals encara no sabíem resoldre les equacions de moviment. Ens semblava que només calia esperar que els mètodes matemàtics s'anessin desenvolupant i que tard o d'hora podríem determinar el moviment de qualsevol sistema.

Poincaré, fa poc més de 100 anys, va ser el primer en constatar que hi havia moviments no integrables; és a dir, moviments caòtics. Durant la segona meitat d'aquest segle, els matemàtics i físics han provat que els moviments més abundants no són els integrables, sinó els caòtics. Això ha canviat completament la nostra concepció del món. La ironia de la nova situació és que les equacions de moviment són conegudes i les podem resoldre (al menys numèricament), però les solucions que obtenim són tan sensibles a les condicions inicials que perdem la predictibilitat.

Ara ja sabem que el moviment planetari, com la majoria dels moviments presents a la naturalesa, és caòtic. Hi ha dos tipus de moviments caòtics presents al sistema solar. El moviment caòtic lent dels planetes, que es posa de manifest amb uns 4 milions d'anys en els planetes petits, i amb uns 20 milions d'anys en els planetes grans. Per exemple, una imprecisió de 15 metres en la posició de la Terra es tradueix, després de 100 milions d'anys, en una imprecisió de 150 milions de quilòmetres, que es la distància mitjana de la Terra al Sol. D'altra banda, també hi ha moviments caòtics ràpids, com, per exemple, el moviment caòtic de rotació del satèl·lit Hiperió de Saturn, que es manifesta en poques hores.

Avui dia comencem a entendre el moviment caòtic. Això, per exemple, permet que els enginyers utilitzin els sistemes caòtics per a estabilitzar els làsers, els circuits electrònics o el ritme del cor en els animals.

5. Caos determinístic

En aquesta secció parlarem del caos d'una manera més matemàtica. Els sistemes caòtics apareixen de manera natural a l'estudiar els sistemes dinàmics.

Parlant informalment, un sistema dinàmic és quelcom que es pot descriure amb un estat que evoluciona amb el temps d'acord amb unes regles determinístiques. En els sistemes dinàmics més simples, l'estat ve donat per un conjunt de nombres $x = (x_1, \dots, x_n)$, el nombre n

s'anomena la dimensió del sistema. Les dues classes de sistemes dinàmics més elementals són els descrits pels iterats d'una aplicació $f = (f_1, \dots, f_n)$:

$$x_i(t+1) = f_i(x_1(t), \dots, x_n(t)), \quad i = 1, \dots, n, \quad t \in \mathbf{N},$$

o simplement

$$x(t+1) = f(x(t)),$$

o

$$x_{t+1} = f(x_t),$$

anomenats *sistemes dinàmics discrets*; o per a un sistema d'equacions diferencials ordinàries:

$$x_i' = f_i(x_1(t), \dots, x_n(t)), \quad i = 1, \dots, n, \quad t \in \mathbf{R},$$

o simplement

$$x' = f(x(t))$$

Aquests darrers formen part dels *sistemes dinàmics continus*, que també engloben les equacions en derivades parcials, les equacions diferencials amb retard, etc.

Els fenòmens naturals, ja siguin de naturalesa física, química, ecològica, biològica, econòmica, etc., quan comencen a ser entesos és quan els podem modelitzar mitjançant els sistemes dinàmics. Els sistemes caòtics, i, per tant l'anomenada teoria del caos, és un fenomen matemàtic que apareix a l'estudiar els sistemes dinàmics. I com aquests modelitzen les ciències naturals en el sentit més ampli possible, el caos apareix en la natura a través seu.

Ja hem mencionat que els sistemes caòtics van ser descoberts ara fa una mica més d'un segle, però no van començar a ser tinguts en compte per la major part de la comunitat científica fins a l'ús generalitzat dels ordinadors. Dos dels sistemes pioners en l'estudi dels sistemes caòtics han estat els següents:

- El sistema dinàmic discret 1-dimensional definit per

$$x_{t+1} = 4\mu x_t(1-x_t),$$

amb $\mu \in [0, 1]$ conegut amb el nom d'*equació logística*.

- Per a trobar caos en els sistemes dinàmics continus definits per sistemes d'equacions diferencials ordinàries necessitem, com a mínim, treballar en dimensió 3. Probablement el sistema diferencial més famós en l'estudi del caos és el sistema de Lorenz

$$x' = s(y-x), \quad y' = rx-y-xz, \quad z' = -bz+xy,$$

on $b, r, s \in \mathbf{R}$.

Les propietats dels sistemes caòtics no depenen del sistema on apareixen; per exemple, tant els atractors estranys (fràgils i importants estructures matemàtiques entre l'ordre i el desordre) com els nombres de Feigenbaum hi són sempre presents. Aquestes propietats van ser àmpliament estudiades en els dos sistemes mencionats: l'equació logística i el sistema de Lorenz.

L'equació logística ha estat molt estudiada a causa de la seva simplicitat, però el seu caràcter no lineal fa que la seva dinàmica sigui força complicada. El sistema diferencial de Lorenz va ser introduït com un model molt simplificat per a estudiar l'atmosfera.

6. Hem estat afortunats

Al mirar l'espectacle d'un cel estrellat no podem deixar de preguntar-nos: què és tot el que estem veient? Per començar a comprendre l'univers, l'*homo sapiens sapiens* ha hagut d'esperar milers d'anys, ser molt pacient i que algú amb molt d'enginy i en el moment adequat veiés caure una poma.

Un dels passos més importants fets per l'home en el seu esforç per entendre el món ha estat l'obtenció de les lleis del moviment dels planetes i de la llei de gravitació universal. El fet que aquesta segona llei expliqui les primeres va catapultar cap endavant el mètode científic, que ha permès a la ciència assolir el seu estat actual de coneixements.

Deixant de banda la brillantor del pensament dels homes, els quals han fet possible aquests notables avenços de la ciència, el nostre objectiu és posar de manifest que la naturalesa no ha posat gaires complicacions a l'home per deixar-se entendre, sinó més aviat al contrari. Com veurem, hem estat afortunats.

Avui dia sabem que l'univers està format, principalment, per grups de galàxies. Al voltant de 100.000 milions de galàxies poden ser vistes amb els telescopis més potents. Les galàxies són complicades estructures gravitacionals. Algunes poden arribar a tenir més de 100.000 milions d'estrelles i molts núvols de gas. El nostre Sol és una estrella típica, situada més a prop de la frontera del disc de la nostra galàxia que del seu nucli central. La Terra és un dels planetes que té el Sol. No sabem quin és el percentatge d'estrelles que tenen sistemes planetaris; si més no, el gran nombre d'estrelles i les teories sobre la formació dels sistemes planetaris ens porten a pensar, amb molta certesa, que a l'univers existeixen moltíssims sistemes planetaris, a més del nostre.

El destí ha volgut que l'home aparegués i evolucionés sobre un planeta (la Terra), gravitant al voltant d'una única estrella (el Sol), en companyia d'altres planetes molt allunyats els uns dels altres, molt menys massius que l'astre central. Això ha permès que el nostre sistema planetari presenti una gran harmonia. Les òrbites dels planetes són totes quasi circulars, totes quasi en un mateix pla, totes recorregudes en un mateix sentit. Aquest ordre és, en part, degut a les etapes inicials de la formació del sistema planetari.

Matemàticament, l'harmonia que presenten els moviments dels planetes del nostre sistema solar es deu a un fet importantíssim que rarament es dona quan s'estudia el moviment d'uns quants cossos sota l'acció de les seves forces gravitatòries. El nostre sistema solar està molt a prop d'ésser un sistema integrable. Això es degut a que la major part de la massa del nostre sistema solar es troba en el Sol (veure la Taula 1), i a que el moviment d'un planeta segeix, en una primera aproximació, les solucions d'un problema de dos cossos, el format pel

Sol i el planeta corresponent. De fet, les òrbites que segueixen els planetes són molt simples, quasi cercles (el·lipses amb molt poca excentricitat). La simplicitat dels moviments planetaris del nostre sistema solar ha permès a l'home, en un temps relativament curt, arribar a obtenir la llei de gravitació, la qual ens ha donat la clau principal per a entendre l'univers. Diem «en un temps relativament curt» ja que, dels milers d'anys que fa de l'existència de l'home, no arriba ni a un 1 % l'existència de l'*homo sapiens sapiens*.

L'harmonia del moviment dels planetes al voltant del Sol va permetre a Kepler deduir les lleis dels seus moviments; i Newton, utilitzant idees de Copèrnic i Galileu, les va explicar amb la llei de gravitació universal; i més tard, Einstein, amb la teoria general de la relativitat o gravitació, va donar l'eina bàsica per a l'estudi de l'univers, ja que la gravitació és la força dominant a escala còsmica.

Sembla ser que la majoria dels sistemes planetaris de l'univers poden tenir més d'una estrella: dues o més. De fet, sabem que la majoria d'estrelles no estan soles com el nostre Sol. Així, per exemple, existeixen moltes estrelles aparellades girant una al voltant de l'altra: són les anomenades *estrelles binàries*.

Poden haver-hi sistemes planetaris amb diverses estrelles i que tinguin planetes en òrbites estables; sabem matemàticament que aquestes òrbites poden existir, i que poden ser molt complicades en comparació amb les òrbites que segueixen els planetes del nostre sistema solar. Per exemple, en un sistema planetari amb dues estrelles pot haver-hi un planeta que descriu òrbites quasi circulars, primer al voltant d'una de les estrelles i després al voltant de l'altra, de manera que el nombre de voltes al voltant d'una mateixa estrella, abans de canviar i començar a donar voltes a l'altra estrella, sigui completament arbitrari. A més, l'òrbita d'aquest planeta sempre estaria a l'entorn d'una corba en forma de vuit. És clar que un sistema planetari amb dues estrelles que contingui algun planeta movent-se en una òrbita tan complicada com la que acabem de descriure, està molt més lluny d'un sistema integrable que el nostre sistema solar, en el qual tots els planetes pràcticament es mouen en òrbites quasi circulars al voltant d'una única estrella.

Suposem un planeta movent-se en una òrbita d'aquestes tan complicades com la que acabem de descriure, i que una vida intel·ligent neixi sobre un planeta amb aquestes característiques. Pot passar moltíssim temps abans que aquests éssers intel·ligents puguin comprendre que el moviment tan complicat del seu planeta està governat per una llei tan simple com la llei de gravitació de Newton. Per a aquests éssers intel·ligents, el camí del coneixement de l'univers serà molt més penós i lent que el nostre. Hem estat afortunats de néixer en aquest racó de l'univers on el moviment dels planetes del nostre sistema solar no està gaire lluny d'ésser integrable.

Bibliografia

- DIACU, F.; HOLMES, P. (1996), *Celestial Encounters. The Origins of Chaos and Stability*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press.
- LLIBRE, J., «Una visió breu de l'univers», Fundació Pública Institut d'Estudis Ilerdencs, *Varia Mathematica*, 1, p. 1-14.
- LLIBRE, J., «Caos en el sistema solar», Fundació Pública Institut d'Estudis Ilerdencs, *Varia Mathematica*, 1, p. 165-173.

PETERSON, I. (1993), *Newton's Clock. Chaos in the Solar System*, Nova York, W. H. Freeman and Company.

STEWART, I. (1989), *Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos*, Cambridge, Massachusetts, Basil Blackwell.

BALMES: LAS MATEMÁTICAS DEL INDUSTRIALISMO

Guillermo Lusa Monforte

ETS d'Enginyeria Industrial de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya

Paraules clau: *Balmes, matemàtiques, industrialismo, utilidad, Vic, Catalunya, ciencia y religión.*

Balmes: the Mathematics of Industrialism

Summary: *Jaume Balmes (1810—1848) is well known as an apologetic and Catholic publicist. Nevertheless, he also developed an interesting activity as a propagandist of Catalan industrialism and as mathematician. In this paper, we examine the role Balmes assigned to Mathematics as the basis of industrial progress, through the study of two papers that he wrote when he obtained the chair of Mathematics at Vic: the previous report —the Plan de enseñanza para la cátedra de Matemáticas de Vic— and the Discurso inaugural de la cátedra de Matemáticas de Vic, pronunciado en 1º de Octubre de 1837.*

Key words: *Balmes, Mathematics, industrialism, utility, Vic, Catalonia, science and religion.*

1. Balmes: filosofía y matemáticas

La faceta de Balmes como apologetico, como publicista católico, ha colocado en un segundo plano su actividad como propagandista del industrialismo catalán y su interesante obra en el campo del periodismo político. Lo mismo ocurre con su obra en el ámbito de las matemáticas.¹

Los conceptos fundamentales de la Matemática —espacio, tiempo, número, sucesión, unidad y pluralidad, finitud e infinitud, continuidad y divisibilidad del espacio y del tiempo, etc.— aparecen en numerosas ocasiones en su principal obra de carácter filosófico, su *Filosofía fundamental* (1846). Muchas de sus argumentaciones filosóficas aparecen impregnadas de razonamientos de tipo matemático, tomados del álgebra, de la geometría y del cálculo infinitesimal («el álgebra sublime»).

Balmes analiza las teorías de Descartes, Leibniz, Clarke, Vico, Kant, Locke,

1. Después de presentar oralmente esta comunicación en la VI Trobada (27/x/2000) he conocido la existencia y he examinado el artículo de J. M. NÚÑEZ «La cultura matemática en l'obra de Jaume Balmes», *Ausa*, XVI, 135 (1995), p. 267-276. El artículo está dedicado a estudiar la formación matemática de Balmes y a la influencia ejercida por el *Compendio* de Vallejo, así como a analizar los artículos de índole matemática recogidos en los *Escritos póstumos* de Balmes.

Condillac, etc., y cuando se muestra conforme con las opiniones de algunos de estos autores —por ejemplo, con Kant— acaba casi siempre diciendo que es porque en el fondo dicen lo mismo que en su día afirmaron los escolásticos.² Pero Balmes no menciona en esta obra a ningún matemático importante del siglo XIX, y cuando se atreve a sostener ideas propias en torno a alguna de las ideas fundamentales —por ejemplo, respecto al infinito actual— se mantiene en la más estricta ortodoxia escolástica (es decir, en el marco eudoxo-aristotélico), negando la posibilidad del infinito actual, al que vincula con el ateísmo de los «filósofos modernos».³ Estas convicciones balmesianas —la tradición filosófica de «las sanas doctrinas»— se transmitirán, por vía interpuesta del Padre Mendive, hasta Laur Clariana (1842-1916),⁴ catedrático de Matemáticas de la Universidad de Barcelona en la época en que George Cantor (1845-1918) ya había abierto las puertas de la Matemática transfinita.

Pero no quiero ocuparme de la relación de Balmes con la matemática teórica de su tiempo. En la presente comunicación pretendo examinar el papel que Balmes asignaba a las matemáticas como base del progreso industrial, estudiando dos textos que escribió cuando obtuvo la cátedra de Matemáticas de Vic, en 1837: la *Memoria* previa —el *Plan de enseñanza para la cátedra de Matemáticas de Vic*— y el *Discurso inaugural de la cátedra de Matemáticas de Vic, pronunciado en 1º de Octubre de 1837*.⁵

2. Aunque Balmes precisa: «Nótese bien que yo no me propongo descubrir en las obras de los escolásticos el sistema de la *crítica de la razón pura*; y que me limito a consignar un hecho poco conocido, cual es el que lo bueno, lo fundamental, lo concluyente que se halla en el sistema del filósofo alemán contra el sensualismo de Condillac, lo habían dicho siglos antes los escolásticos. ¿Debemos inferir de esto que la doctrina de Kant haya sido tomada de dichos autores? No lo sé; pero creo que se podría afirmar, con algún fundamento, no ser imposible que el filósofo alemán, hombre muy laborioso, de vasta lectura y de felicísima memoria, hubiese recibido inspiraciones cuya reminiscencia se trasluciese en sus doctrinas. Sin ser plagiarlo, puede un escritor verter, como propias, ideas que no le pertenecen. Muy a menudo se verifica que el hombre se figura crear, cuando no hace más que recordar». *Filosofía fundamental*, libro IV, cap. VIII. Véase también la nota sobre el capítulo XIX del libro III.

3. Aunque también figuran dispersas en otras obras, las ideas fundamentales de Balmes acerca del infinito están condensadas en el libro VIII de su *Filosofía fundamental*, titulado precisamente «Lo infinito». Balmes combate a los «modernos filósofos», al panteísmo, al que califica de «ateísmo disfrazado», de «ateísmo que se avergüenza de presentarse como tal» y que para ello «se aviene con el infinito».

4. Acerca de este matemático barcelonés, católico militante, véase GARMA, Santiago; LUSA, Guillermo (1995) «Laur Clariana i Ricart (1842-1916). L'assimilació de la matemàtica del segle XIX». En: CAMARASA, J. M.; ROCA, Antoni (dir.): *Ciència i Tècnica als Països Catalans. Una aproximació biogràfica*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, vol. 1, p. 523-564.

5. Ambos textos figuran en el tomo VIII de las *Obras completas* de Balmes, publicadas en 1948, Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos, p. 546-561 y p. 562-582, respectivamente. Fueron publicados por primera vez en 1850, en un volumen titulado *Escritos póstumos del Dr. D. Jaime Balmes*, Barcelona, Impr. de A. Brusi.

2. Balmes, industrialista

En varias series de artículos publicados en 1843-1844 en la revista *La Sociedad*,⁶ Balmes se revela como un inteligente analista de la Cataluña de su tiempo, «la única provincia que participa propiamente hablando del movimiento industrial europeo»:

Cuando se pasa de Cataluña al extranjero, nada se observa que no sea una especie de continuación de lo que aquí se ha visto. Diríase que el viaje se hace dentro de una misma nación, de una a otra provincia; pero al salir del Principado para lo interior de España, entonces parece que en realidad se ha dejado la patria y se entra en países extraños. [...] Cataluña se halla en un estado excepcional con respecto a las demás provincias, así en lo tocante a la riqueza pública como en lo relativo a las ideas, costumbres, hábitos e índole de los habitantes. En brevísimo tiempo, se han levantado como por encanto en su populosa capital, cien y cien establecimientos fabriles, se han puesto en circulación cuantiosos capitales, el resto del principado participa en el movimiento; y en el mediodía de Europa se ha presentado el singular fenómeno, tanto más notable cuanto más aislado, de una provincia industriosa y floreciente semejante a las que admira el viajero en los países del Norte. Con la protección del sistema prohibitivo, ha podido extenderse a los mercados de la costa y del interior de la Península; y la industria inglesa, que se ha encontrado con un rival que comenzaba a hacerse respetar, ha conocido desde luego la necesidad de abatirle.

Digamos —casi entre paréntesis— que Balmes no atribuía esas diferencias entre Cataluña y las provincias del interior de España al «espíritu de provincialismo de Cataluña», ni a «espíritus de independencia o de inveterados odios contra Castilla, ni al deseo de restablecimiento de los antiguos fueros». No, para Balmes las diferencias no provenían del pasado, sino del presente: Cataluña estaba viviendo las transformaciones propias de la industrialización europea, mientras que ese proceso no había empezado todavía en otras partes de España.

Para «acrecentar la prosperidad de Cataluña» y «evitar su desgracia», Balmes proponía un conjunto de medios materiales, políticos y morales. Entre los primeros, desarrollar equilibradamente la industria, sin limitarse al sector algodonero, así como mejorar el estado de las comunicaciones y continuar el progreso de la agricultura, con la construcción de canales de riego. También señalaba que, «aunque se ha importado entre nosotros el espíritu industrial y mercantil, no ha prendido como era de esperar el espíritu de asociación». Pero la mayor importancia en este epígrafe de medios materiales la concedía a la enseñanza de las ciencias mecánicas y químicas, para «propagar las luces necesarias al progreso de las artes que de ella dependen». Para Balmes, la proverbial habilidad de los operarios de la Gran Bretaña no es

6. «La suerte de Cataluña» (15/III/1843), «Medios que debe emplear Cataluña para evitar su desgracia y acrecentar su prosperidad» (1/IV/1843), «Medios morales que debe emplear Cataluña para evitar su desgracia y promover su felicidad» (15/IV/1843), «Cataluña. Consideraciones sobre la conducta que deben observar las clases ricas con respecto a las pobres» (1/V/1843) y «Barcelona» (cinco artículos, de 1/III/1844 a 7/XIX/1844), *La Sociedad. Revista religiosa, filosófica, política y literaria, por D. Jaime Balmes, presbítero*, Barcelona, 4ª edición, 1873.

sino el fruto de «la buena enseñanza con que se los prepara». En Inglaterra «se han fundado establecimientos para la instrucción de los operarios, en los que aprenden los principios de geometría, de mecánica, de física, de química, que luego les sirven en extremo para adelantar y perfeccionarse en sus respectivas profesiones». Algo semejante hay que hacer en Cataluña —proseguía nuestro autor— puesto que «la industria no puede decirse que esté hondamente arraigada en un país hasta que los conocimientos de sus habitantes se hallan en el conveniente nivel». No es suficiente con la importación de máquinas: «hay que cuidar al mismo tiempo que se vayan formando operarios aptos, directores capaces», para que «no nos veamos precisados a recibir de los extranjeros esa clase de auxilios».

3. La cátedra de matemáticas de Vic (1837)

Como veremos, estas observaciones y propuestas balmesianas de 1843 son absolutamente coherentes con las ideas recogidas en los dos escritos de Vic de 1837. En 1835, después de la quema de conventos y la consiguiente política de desamortización y secularización, se cerraron muchas escuelas religiosas. Diversas entidades culturales y filantrópicas —como la Academia Barcinonense de Primera Instrucción, la Sociedad de Amigos de la Instrucción y la Sociedad Barcelonesa de Amigos del País— se dispusieron a llenar ese hueco, creando centros de primera enseñanza, primero en Barcelona, y después promoviendo la fundación de diversas cátedras en varias ciudades de Cataluña. La delegación en Vic de la Sociedad Barcelonesa de Amigos del País propuso al Ayuntamiento a finales de 1835 la creación de cátedras de Matemáticas y de Dibujo. El plan de las clases de matemáticas, presentado en abril de 1836, señalaba que el curso se dividiría en dos años: en el primero se explicaría toda la aritmética y el álgebra hasta la resolución de las ecuaciones de segundo grado; también se incluirían aplicaciones al cálculo mercantil y geometría elemental. En el segundo año se explicaría geometría práctica y trigonometría, la aplicación del álgebra a la geometría y principios de mecánica y dinámica. La cátedra estaba dotada con 6.000 reales anuales.⁷

Al concurso para proveer la cátedra de matemáticas se presentaron otras dos personas, además de Balmes, un maestro y un oficial de artillería, que ya tenían experiencia docente. Según cuenta uno de sus biógrafos de primera hora, su amigo Benito García de los Santos⁸, Balmes se presentó al presidente del tribunal, quien le preguntó si había estudiado matemáticas [en alguna universidad], a lo que nuestro hombre contestó que no, «que las había aprendido». Para convencerle, Balmes prometió redactar una memoria explicativa del método que pensaba seguir en sus clases. Así lo hizo, y al parecer esta memoria —que es la que enseguida vamos a analizar— fue determinante para el nombramiento de Balmes.

Balmes permanecería al frente de la cátedra de Vic durante cuatro cursos académicos, desde octubre de 1837 hasta julio de 1841, fecha en que se traslada a Barcelona con su

7. Los datos acerca de la vida de Balmes los tomo de la biografía redactada por Miguel FLORÍ en 1948, y que figura en el primer volumen de las *Obras completas* citadas en una nota anterior. Florí redactó esa biografía sobre la base de la de CASANOVAS, Ignasi (1932) *Balmes, la seva vida, el seu temps, les seves obres*, Barcelona, Biblioteca Balmes.

8. GARCÍA DE LOS SANTOS, Benito (1848) *Vida de Balmes*, Madrid.

familia. Durante los años siguientes, hasta su muerte en 1848, vivirá dedicado al periodismo político y a su labor de escritor.

4. Las matemáticas del industrialismo

Durante la fase de arranque del proceso de industrialización (últimas décadas del siglo XVIII y primeras del XIX) la dirección técnica de los establecimientos fabriles estuvo a cargo de técnicos empíricos, tanto naturales del país como extranjeros que venían a efectuar el montaje de la maquinaria importada. Era la fase que en Inglaterra se llamó «de cabezas duras y dedos inteligentes», en la que todavía no existían los ingenieros industriales. Pero en la fase siguiente, a los técnicos ya no les bastaba con la experiencia y la observación; ahora la tecnología se basaba cada vez más en la electricidad y en la química, que requerían una potente base científica. Precisamente para cumplir con este cometido se creó la carrera de Ingeniería Industrial, inspirándose en la primera escuela dedicada específicamente a la «ciencia industrial», l'École Centrale des Arts et Manufactures (1829). En este modelo se inspirarían las escuelas de ingenieros industriales que se fueron creando más tarde en todo el mundo, y en particular las españolas.⁹

El pensamiento de Balmes se inscribe, como veremos, en el tránsito entre esas dos fases. En particular, y ciñéndonos a las matemáticas, propugnará la necesidad de su estudio teórico y de su aplicación a las artes industriales. En uno de los capítulos menos citados de *El Criterio* (escrito en 1843) —titulado «La ciencia es muy útil a la práctica»— dice que

discurren muy mal los que, tratándose de ejecutar, descuidan la ciencia y sólo se atienden a la práctica. [...] Desde que se han cultivado las matemáticas y las ciencias naturales, el progreso de las artes ha sido asombroso. [...] La rutina, que desdeña la ciencia, muestra con semejante desdén un orgullo necio, hijo de la ignorancia. [...] Véase el atraso en que se encuentra España en cuanto a desarrollo material, merced al descuido con que han sido miradas durante largo tiempo las ciencias naturales y exactas; comparémonos con las naciones que no han caído en este error, y nos será fácil palpar la diferencia.

Balmes reconocía que «hay en las ciencias una parte meramente especulativa y que difícilmente puede conducir a resultados prácticos», pero señalaba que muchas veces esta «inutilidad es sólo aparente, pues andando el tiempo se descubren consecuencias en que no se había reparado». Y añadía a continuación un ejemplo extraído de las matemáticas: «¿Qué cosa más puramente especulativa, y al parecer más estéril, que las fracciones continuas? Y, no obstante, ellas sirvieron a Huygens para determinar las dimensiones de sus ruedas dentadas en la construcción de su autómatas planetario». ¹⁰ Y remataba su pensamiento con una fra-

9. GRELON, André (1996), «La naissance de l'enseignement supérieur industriel en France», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, vol. I, p. 53-81; LUSA, Guillermo (1996), «La creación de la Escuela Industrial Barcelonesa (1851), *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, vol. I, p. 1-51.

10. Christiaan Huygens, en su obra *Automatum planetarium* (1682), desarrolla en fracción continua el que-

se que se convertiría en un lugar común: «La práctica sin la teoría permanece estacionaria, o no adelanta sino con muchísima lentitud; pero, a su vez, la teoría sin la práctica fuera también infructuosa».

En las primeras líneas de su *Memoria* para optar a la cátedra de Vic indica Balmes «la dirección que desea dar a la enseñanza», conforme a su idea del «verdadero objeto del establecimiento de esa cátedra», que no es otro que «propagar el conocimiento de las matemáticas para el fomento de las ciencias y las artes». A continuación se pregunta acerca del método más adecuado para el fin expresado, así como de la extensión que debe darse al programa, apuntando a las dificultades para encontrar una buena obra de texto elemental. Por lo que se refiere al método, critica «dos vicios opuestos» muy frecuentes: la «superficialidad y escasez de la rutina» y el «exceso de elevación y abundancia». Para salvar ambos escollos propone dedicar especial atención a los conceptos fundamentales, a «ciertos puntos capitales dominantes que, una vez entendidos, facilitan la inteligencia de todos los otros». «El catedrático — prosigue— debe presentar la ciencia bajo un aspecto sencillo para que puedan recoger las luces necesarias para sus respectivas carreras el comerciante, el artesano o el que trate de dedicarse a otros ramos más elevados». Pero hay que dar a la enseñanza una «dirección atinada», de modo que al cabo de poco tiempo el catedrático «pueda decir a la ciudad: yo he contribuido a mejorar y multiplicar tus fábricas, a dar mayor regularidad, solidez y elegancia a tus edificios, a vivificar y ensanchar tu comercio, a dar mejores direcciones a tus caminos para la mayor rapidez, comodidad y economía en los transportes, a fertilizar y hermoear tus campiñas con planes de canalización y de riego». Para rematar este razonamiento, Balmes indica que la principal industria de la ciudad de Vic —los tejidos de algodón— también es deudora de las matemáticas, puesto que «nadie ignora que los conocimientos mecánicos están fundados en los conocimientos matemáticos, tanto que forman un ramo de la parte que se llama matemáticas mixtas».

Las restantes páginas de la *Memoria* están dedicadas a presentar y comentar el programa de la asignatura, en sus diferentes partes: Aritmética, Álgebra, Geometría elemental, Trigonometría rectilínea, Geometría práctica, Aplicación del Álgebra a la geometría y Principios de estática y dinámica. El escrito termina analizando el texto propuesto para la enseñanza de la asignatura, el *Compendio de Matemáticas* de Vallejo.¹¹

brado 77708431/2640858 (relación entre los ángulos girados por la Tierra y Saturno en 365 días), y así diseña una rueda de 206 dientes y un piñón de 6 [véanse los detalles de este desarrollo en LUSA, Guillermo (1982) *Complementos de Álgebra y Cálculo*, Departament de Matemàtiques, ETSEIB-UPC, p. 101-102]. Esta noticia relativa a las fracciones continuas aparece en el tercer volumen de MONTUCLA, Jean Etienne (1802) *Histoire des Mathématiques*, Paris, Henri Agasse libraire. Existe un ejemplar de la obra de Montucla en el Fons Històric de la Biblioteca de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, que —como es bien sabido— nació en 1851 sobre la base de las escuelas de la Junta de Comercio, es decir, entre otras cosas, heredando su patrimonio bibliográfico. Es bien conocido que Balmes escribió *El Criterio* entre octubre y noviembre de 1843, cuando huyendo del asedio y bombardeo de Barcelona se refugió en Sant Feliu de Codines y Centelles. ¿Había leído antes el Montucla (en Vic o Barcelona) o lo pudo consultar cuando escribía en el mas Cerdà de Centelles? Balmes era amigo íntimo de Josep Cerdà, hermano mayor de Ildefons, y socio de Miquel Balmes. No conozco —si es que existe— el inventario de la biblioteca de Ildefons Cerdà.

11. La influencia de este texto en Onofre Novellas —el principal matemático de Cataluña durante la época de Balmes— ha sido estudiada por Francesc X. BARCA en *L'ensenyament de les matemàtiques a Barcelona du-*

El *Discurso inaugural* complementa y remata los pronunciamientos de la *Memoria*. Comienza con un canto a «los prodigios de la instrucción» y con la denuncia al «inmenso y funesto vacío que deja su olvido», lo cual tiene su mérito si se tiene en cuenta que muy pocos años antes un clérigo que gozaba de notable predicamento en la ciudad —el dominico Francisco Xarrié¹²— había hecho un panegírico de la ignorancia en un discurso pronunciado en una de las fiestas más solemnes. Después Balmes expone su tesis principal: «la situación actual de la sociedad con respecto a la industria y comercio y razones morales de alta importancia exigen el fomento de las matemáticas y del dibujo». La industria y el comercio se han colocado en una posición tan ventajosa y dominante —prosigue Balmes— «que han llegado a crear en el centro de la sociedad un poder de nueva clase. La nación que desprecie el fomento de la industria y el comercio se condena a la humillación, a la nulidad política y a la escasez y miseria». Ahora bien —se pregunta Balmes—

¿qué adelanto de monta pueden hacer estos ramos sin el auxilio de las matemáticas y dibujo? Utilidad y belleza, he aquí el programa de las artes, y ni una ni otra pueden alcanzarse sin aquellos conocimientos. Sin las matemáticas no puede adelantar ninguno de aquellos ramos que exijan conocimiento de la naturaleza, porque sin ellas es imposible conocerlos; sin el dibujo falta el medio necesario para llevar a cabo los proyectos.

Balmes declara a continuación que «toda clase de máquinas dependen inmediatamente de las matemáticas», y critica la ignorancia que de esta ciencia tienen en nuestro país quienes practican unos oficios que la necesitan: mecánicos, albañiles, carpinteros, comerciantes, agricultores... A los comerciantes les dedica un párrafo específico: «Un elemento de vida necesario para el comercio es la facilidad y rapidez de las comunicaciones y transportes, y ¿podrá lograr ninguno de esos extremos sin buenos ingenieros para la construcción de bien calculados caminos y bien dirigidos canales con que se faciliten la comunicación entre las provincias para el cambio de los respectivos artículos y la conducción de las mercancías sobrantes a las fronteras y a las playas?». Y tras otras diversas argumentaciones, Balmes concluye con una afirmación tajante, que tiene ecos galileanos:

las matemáticas son la llave general para todas las ciencias naturales, un medio necesario para todas las operaciones que exijan conocimiento de su naturaleza, porque

rant la primera meitat del segle XIX, memòria de mestratge en Història de les Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, 1995. Véase también GARMA, Santiago (1973), «Las matemáticas en España en los principios del siglo XIX. D. Joseph Mariano Vallejo», *Revista de Occidente*, núm. 118, p. 105-114.

12. Xarrié había sido profesor y examinador de Balmes en la Universidad de Cervera. Más tarde fue uno de los principales animadores de «una especie de universidad carlista en miniatura» —dependiente de la carlista Junta Superior Gubernativa del Principado de Cataluña— constituida a imitación de la Universidad de Oñate en el monasterio de Sant Pere de la Portella (Lluçanès), tomando como base a los principales profesores de teología de la Universidad de Cervera, pasados a la facción. La universidad carlista funcionó —primero en Solsona y finalmente en la Portella— entre 1837 y 1840. Estuvo dirigida por Bartolomé Torradella, que fue el último rector de Cervera. PALOMEQUE, Antonio (1974), *Los estudios universitarios en Cataluña bajo la reacción absolutista y el triunfo liberal hasta la reforma de Pidal (1824-1845)*, Barcelona, Universidad de Barcelona, p. 343-345.

la naturaleza no revela sus secretos a quien la pregunta desposeído de la geometría y del cálculo. Nada hay más matemático que la misma naturaleza.

Al acabar su discurso Balmes aborda una cuestión que apunta directamente a la prédica antiilustrada del padre Xarrié: la pretendida irreligiosidad de los grandes matemáticos, y de los sabios en general. Para refutar este prejuicio, pasa revista a los grandes matemáticos que fueron también piadosos cristianos: Descartes, Pascal, Fermat, Cavalieri, Malebranche, Leibniz, Newton..., y afirma decididamente que «la inteligencia divina no está reñida con su hermoso destello, que es la inteligencia humana», y que, por el contrario, «el verdadero peligro de la juventud está en la ignorancia».

Desgraciadamente —y esta es una opinión personal— Balmes estropea este bello discurso con un argumento final en defensa de las matemáticas que es más propio del padre Xarrié que de nuestro ilustrado profesor:

hay que excitar la afición a las ciencias en los jóvenes para neutralizar con esta pasión tan grande, tan útil y tan pura la funesta violencia de otras pasiones mezquinas. [...] Todas las ciencias tienen sus atractivos, pero no hay otra que aventaje ni tal vez iguale a las matemáticas en absorber la atención y en distraer fuertemente el alma de toda clase de objetos.

¡Lástima! Pero como dice el personaje encarnado por Joe E. Brown en la escena final de *Con faldas y a lo loco* (*Some Like It Hot*, Billy Wilder, 1959), «nadie es perfecto».

5. Epílogo. Algunas huellas de Balmes

La obra de Balmes ha ejercido una notable influencia en el pensamiento católico, y continua siendo objeto de interés aún en nuestros días, y no sólo para el catolicismo militante.¹³ En este breve epílogo quiero tan sólo dar cuenta de las dos ocasiones en que —en el curso de mis investigaciones acerca de las matemáticas y de la ingeniería industrial— he tenido la sorpresa (cada vez menor) de toparme con Balmes.

El testimonio de esa primera ocasión en que me encontré con Balmes fuera de su contexto digamos natural consiste en un fragmento —que transcribo sin comentarios— de un largo artículo, no firmado, titulado «Nuestra carrera», que se publicó en varios números del *Boletín de la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales* a lo largo de 1893. El objetivo general de la serie de artículos era proclamar las virtudes de la carrera de ingeniería industrial y de sus titulados, así como demandar más atención hacia una y otros por parte de la Administración. He aquí el fragmento:

Nuestra carrera pudiera haber prestado grandes servicios al país, con sólo darle la parte, no pequeña, que la incumbe en la enseñanza industrial, de que se halla tan necesitada nuestra patria, y, si no se la ha proscrito de ella, falta muy poco para

13. Uno de los libros más recientes que conocemos es FRADERA, Josep Maria (1996), *Jaume Balmes. Els fonaments racionals d'una política catòlica*, Vic, Eumo.

que así sea. No hay más que leer el magnífico discurso pronunciado en la entonces oscura ciudad de Vich el 1º de Octubre de 1837, para inaugurar la cátedra de Matemáticas, creada a expensas de aquel Ayuntamiento, por aquel gran pensador, la gloria más pura y grande de la España moderna, D. Jaime Balmes, y quedar convencido de la altísima importancia de esta enseñanza, sobre todo si está bien dirigida. El gran publicista, que después admiró a España y al mundo con su saber, tomó por tema ‘La situación actual de la sociedad, con respecto a la industria y comercio, y razones morales de alta importancia, exigen el fomento de las matemáticas y dibujo’. ¡Y qué tema éste tan significativo! Parecía que a un hombre como él, tantos años dedicado al estudio de la Filosofía y de la Teología, y de todas las ciencias morales y políticas, debía atraerle y dominarle la especulación, el análisis, las matemáticas, si se quiere, ciencia especulativa a la que era algo dado; pero el dibujo, que tiene su parte material y como terrena, digámoslo así, no era ciertamente de esperar, y más entonces, que no se conocía aún la extensión y grandeza de su sabiduría. Y es que comprendía, y muy bien, lo que tantos, desgraciadamente, desconocen en España; que la enseñanza del pueblo, para fomentar la industria, y las artes en él, no ha de ser enseñanza ideológica, que lleva muchas veces a la superficialidad y a la pedantería, sino la que conduce a saber hacer, a saber ejecutar y trabajar. Y por ello introdujo la palabra ‘dibujo’, no siendo la cátedra que se inauguraba sino de Matemáticas.¹⁴

El segundo encuentro con Balmes —al que ya he hecho alusión al principio de este trabajo— no tiene un carácter tan positivo. Lauro Clariana y Ricart, ingeniero industrial y doctor en ciencias, fue catedrático de Cálculo diferencial e integral de la Universidad de Barcelona entre 1881 y 1916. En su extensa obra publicada ocupan una parte notable sus trabajos sobre fundamentos, historia y filosofía de las matemáticas. Clariana, católico militante, aunque afecto a la actitud conciliadora, «concordista», aporta su granito de arena a la ofensiva campaña emprendida por los publicistas católicos tras la traducción al castellano en 1876 de la *Historia de los conflictos entre la religión y la ciencia*, de J. W. Draper.¹⁵ Clariana proclama la armonía entre la Ciencia y la Fe, entre la Matemática y la Filosofía, pero no cualquier filosofía, sino la «sana y juiciosa filosofía», que no es otra que las de los escolásticos, la de Balmes (a la que Clariana llega a través de sus amigos, los combativos clérigos Antonio Comella y José Mendive), la de Boussinesq, la de Cauchy («poco reconocido por ser demasiado católico») y la de Wronski. Armado de esta filosofía se lanza a la polémica relativa al infinito en matemáticas, que a partir de 1893 —y en relación a las geometrías no-euclídeas— enfrentó a los académicos «infinitistas» (Canalda, Mundi) con los «antiinfinitistas» (Domènech Estapà, Clariana). A Clariana no le gustan las tendencias de los nuevos geómetras, «los modernistas de la Ciencia que con nuevas y caprichosas hipótesis tienden a un altamente censurable divorcio entre el mundo real y el mundo ideal». Por eso arremete contra «los perturbadores

14. «Nuestra carrera», *Boletín de la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales*, tomo XIV, núm. 21, 15 de noviembre de 1893, p. 641-642.

15. Existe una reedición facsímil de la obra de Draper, preparada por Diego NÚÑEZ (1987), Barcelona, Alta Fulla. Acerca de las controversias entre la ciencia y la religión suscitadas en esta época, véase GLICK, Thomas F. (1982), *Darwin en España*, Península, Barcelona.

del orden científico, turba execrable de ateos que infestan hoy en día el campo entero de los humanos conocimientos, ocultándose bajo los nombres de panteístas, darwinistas, evolucionistas y otros parecidos». «Estas corrientes deletéreas —prosigue Clariana— han llegado a invadir hasta la Matemática, no sólo por el deseo de atacar los postulados y axiomas de la Ciencia, sino por la persistencia en querer conceder carta de naturaleza a ese malhadado infinito, que ha llegado a ser aceptado, por desgracia, hasta por matemáticos de buena fe».¹⁶ Es la cuestión del infinito actual en Matemáticas la que está en juego. Y Clariana toma el campo equivocado —visto desde la asunción universal de la matemática transfinita de George Cantor— al señalar «la confusión que existe entre el infinito y el indefinidamente grande», y proclamar orgulloso haber sido «el primero en extirpar de una vez para siempre el infinito en mi obra de Cálculos, sustituyéndolo por el indefinidamente grande». La fidelidad de Clariana a la «verdadera y sana filosofía», es decir, a la escolástica y a la filosofía matemática de Balmes se convertirían así en un obstáculo para la penetración y difusión entre nosotros de los nuevos fundamentos de la Matemática.

16. CLARIANA, Lauro (1899), «Breve estudio crítico acerca de la Matemática en el siglo XIX», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* (inauguración del curso 1899-1900).

SOBRE EL SIGNIFICAT DEL CONCEPTE *MATEMÀTIQUES*: MATEMÀTIQUES PURES I MIXTES EN ELS SEGLES XVIII I XIX

Carles Puig-Pla

Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica. ETSEIB; Universitat Politècnica de Catalunya.

Paraules clau: *matemàtiques mixtes, instruments matemàtics, segle XVIII, segle XIX.*

About the meaning of the concept «Mathematics»: Pure and Mixed Mathematics in the XVIIIth and XIXth centuries

Summary: *This paper emphasizes about the changing significance of the concept mathematics during the XVIIIth and XIXth centuries. They are significant differences from today's sciences classification and that of the past centuries. Subjects that now belong to the Physics or the Techniques were included into the concept «Mixed or Applied Mathematics» The knowledge of these wide and moving field associated with the word mathematics must be taken into account from historians of science to avoid anachronisms.*

Key words: *mixed mathematics, mathematical instruments, XVIIIth century, and XIXth century.*

1. Introducció

Què és un matemàtic? Després de la professionalització i institucionalització d'una gran quantitat de disciplines científiques especialitzades que es va produir al llarg del segle XIX, avui en dia no ens resulta massa difícil de diferenciar un matemàtic d'un astrònom, d'un topògraf, d'un enginyer hidràulic, d'un fabricant d'instruments de mesura o d'un cartògraf. Tanmateix, en el passat, l'objecte de les matemàtiques o, si es vol, l'activitat dels que eren considerats matemàtics, no presentava exactament les mateixes característiques que actualment els hi atribuïm. El coneixement del significat i les connotacions històriques de la paraula *matemàtiques* o del qualificatiu de *matemàtic* i de tot allò que, potser implícitament, s'associava a aquest adjectiu, constitueix, sens dubte, un element que ha de tenir present l'historiador de la ciència per a no incórrer en anacronismes inconscients.

En aquest treball¹ només pretenc fer algunes consideracions, bàsicament centrades

1. El meu amic Antoni Roca em va suggerir fer aquest treball i li vull agrair la seva ajuda i orientacions.

en el període que abasta des de mitjan segle XVIII fins a mitjan segle XIX, que ajudin a emmarcar la significació de les matemàtiques i la seva consideració com una activitat plural dins la qual s'hi podien incloure disciplines que, si s'entenen des del punt de vista actual, poden semblar molt diferenciades d'aquella.

2. Les matemàtiques en el sistema figurat dels coneixements. Matemàtiques pures i matemàtiques mixtes

Francis Bacon (1561-1626) va fer una classificació de les ciències diferent de la divisió clàssica de les *set arts liberals*: gramàtica, dialèctica i retòrica (formant el *trivium*), aritmètica, geometria, astronomia i música (formant el *quadrivium*). En el segon llibre de *Of the Proficiency and Advancement of Learning*, publicat l'any 1605, presentava una classificació sistemàtica de les ciències que tornaria a reaparèixer en altres obres seves posteriors (Bacon, 1988). Referint-se a la matemàtica, deia que podia ser pura o mixta:

A la matemàtica pura pertanyen aquelles ciències que tracten la quantitat determinada, separada de tot axioma de la filosofia natural; i aquestes ciències són dues, la geometria i l'aritmètica; una s'ocupa de la quantitat contínua, i l'altra de la quantitat disjunta. La matemàtica mixta té per objecte certs axiomes o parts de la filosofia natural, i considera la quantitat determinada en tant que auxiliar i incident a aquests axiomes. Ja que moltes parts de la naturalesa no poden ser desvetllades amb suficient claredat, ni acomodades a l'ús amb suficient facilitat, si no és amb l'auxili i intervenció de la matemàtica: d'aquest tipus són la perspectiva, la música, l'astronomia, la cosmografia, l'arquitectura, l'enginyeria i diverses més.

Bacon ja predeia que, en relació a la matemàtica mixta, per força hauria d'haver-n'hi més classes «a mesura que la naturalesa anés sent desvetllada».

La classificació baconiana va ser recollida pels enciclopedistes. A l'*Explicació detallada del sistema dels coneixements humans*, que trobem al final del *Discours préliminaire* de l'*Encyclopédie*, Jean-Baptiste le Rond D'Alembert (1717—1783) feia una extensa classificació del coneixement humà basada, com havia fet Bacon, en les tres facultats principals de l'enteniment: la memòria, la raó i la imaginació. Aquesta classificació fonamentava una distribució general del coneixement en: «*història*, que és cosa de la memòria; *filosofia*, que emana de la raó; i *poesia*, que neix de la imaginació». La Ciència de la naturalesa —inclosa en la «filosofia o ciència»— es dividia en *física* i *matemàtica*. La física, en el sentit ampli que tenia a l'època, incloïa la *física general*, que estudiava les propietats generals comunes als cossos i es relacionava amb l'especulació intel·lectual i la *física particular*, que estudiava els cossos en ells mateixos; aquesta última es subdividia en zoologia, astronomia física, meteorologia, cosmologia, botànica, mineralogia i química, branques, gairebé totes, amb noves subdivisions en les que ara no entrarem.

Segons es reflecteix al *Discurs preliminar*, «la quantitat, objecte de les *matemàtiques*, podia ser estudiada o bé sola i independent dels individus reals i dels individus abstractes dels que se'n tenia coneixement, o bé en aquests individus reals i abstractes; o també en els seus efectes buscats segons causes reals o suposades». S'argumentava que aquest segon enfo-

cament havia donat lloc a la següent divisió: *matemàtiques pures*, *matemàtiques mixtes*, *fisicomatemàtiques* (D'Alembert, 1984, p. 141) (vegeu la taula 1).

La física general i experimental es diferenciava de les ciències fisicomatemàtiques en què aquelles es consideraven només un compendi raonat d'experiència i observacions, mentre que aquestes, «mitjançant l'aplicació dels càlculs matemàtics a l'experiència, dedueixen de vegades, a partir d'una sola i única observació, un gran nombre de conseqüències estretament lligades, a causa de la seva exactitud, a les veritats geomètriques».

Les matemàtiques constituïren el model de les ciències de la Il·lustració, i el matemàtic o «geòmetra», com llavors se'l denominava, va ser considerat el veritable model de científic (Mousnier; Labrousse, 1981, p. 31).

A començaments del segle XIX, concretament a partir de 1803, l'Académie des Sciences estava dividida en 11 seccions. No ha d'estranyar que a la divisió de *ciències matemàtiques* hi pertanyessin les cinc següents: (1) geometria; (2) mecànica; (3) astronomia; (4) geografia i navegació; (5) física general;² i a la divisió de *ciències físiques*: (6) química; (7) mineralogia; (8) botànica; (9) economia rural i art veterinari; (10) anatomia i zoologia; (11) medicina i cirurgia.

La classificació presentada per D'Alembert va servir de base on s'hi van introduir successives modificacions, i va ser objecte, també, de nombroses crítiques, les principals de les quals —segons Bouillet (1862)— provenien dels autors de l'*Encyclopédie*, d'Ersch i Gruber, de J. Bentham (*Essai sur la classification d'Art-et-Science*, París, 1823), d'Ampère (*Essai sur la philosophie des sciences, Exposition d'une classification nouvelle*, 1834), de Cournot (*Essai sur les fondements de nos connaissances*, 1852) i de A. Charma (*Une nouvelle classification des sciences*, 1850). En particular, l'*Enciclopedia española del siglo Diez y nueve* (1842, p. 48-50) també parla dels «errors» de Bacon i exposa la seva pròpia classificació dels coneixements.

3. La consideració plural dels continguts de les matemàtiques i l'expansió de les matemàtiques mixtes

Una obra de referència fonamental, ja a la seva època, relativa a la història de les matemàtiques, és l'*Histoire des mathématiques*, de Jean-Etienne Montucla (1725-1799). Va aparèixer l'any 1758 en dos volums i, a les darreries del segle, se'n va fer una nova edició en quatre volums (1799-1802) que Jérôme de Lalande va publicar i completar. En aquesta obra les matemàtiques són considerades com «la ciència de les relacions de magnitud o de nombre que poden tenir entre elles totes les coses que són susceptibles d'augment o disminució». Es divideixen en dues classes: una comprèn les que s'anomenen *pures* i *abstractes*, i l'altra les que s'anomenen *mixtes* o, més ordinàriament, *fisicomatemàtiques*. Les primeres consideren les propietats de la quantitat d'una manera abstracta, i «com que l'esperit percep dues espècies de magnituds, una de les quals consisteix en el nombre o la multitud i l'altra en l'espai o l'extensió», d'aquí neixen les dues branques principals de les matemàtiques pures: l'aritmètica i la geometria. Pel que fa a les matemàtiques mixtes, Montucla diu que no són altra cosa

2. L'any 1795 la secció s'anomenava *Física experimental*, però el 1803 es va passar a denominar *Física general*, perdent així l'èmfasi en l'experiment i implicant una aproximació més matemàtica (Crosland, 1992, p. 60 i 146-148).

que certes parts de la física, susceptibles, per la seva naturalesa, d'una aplicació especial de les matemàtiques abstractes.

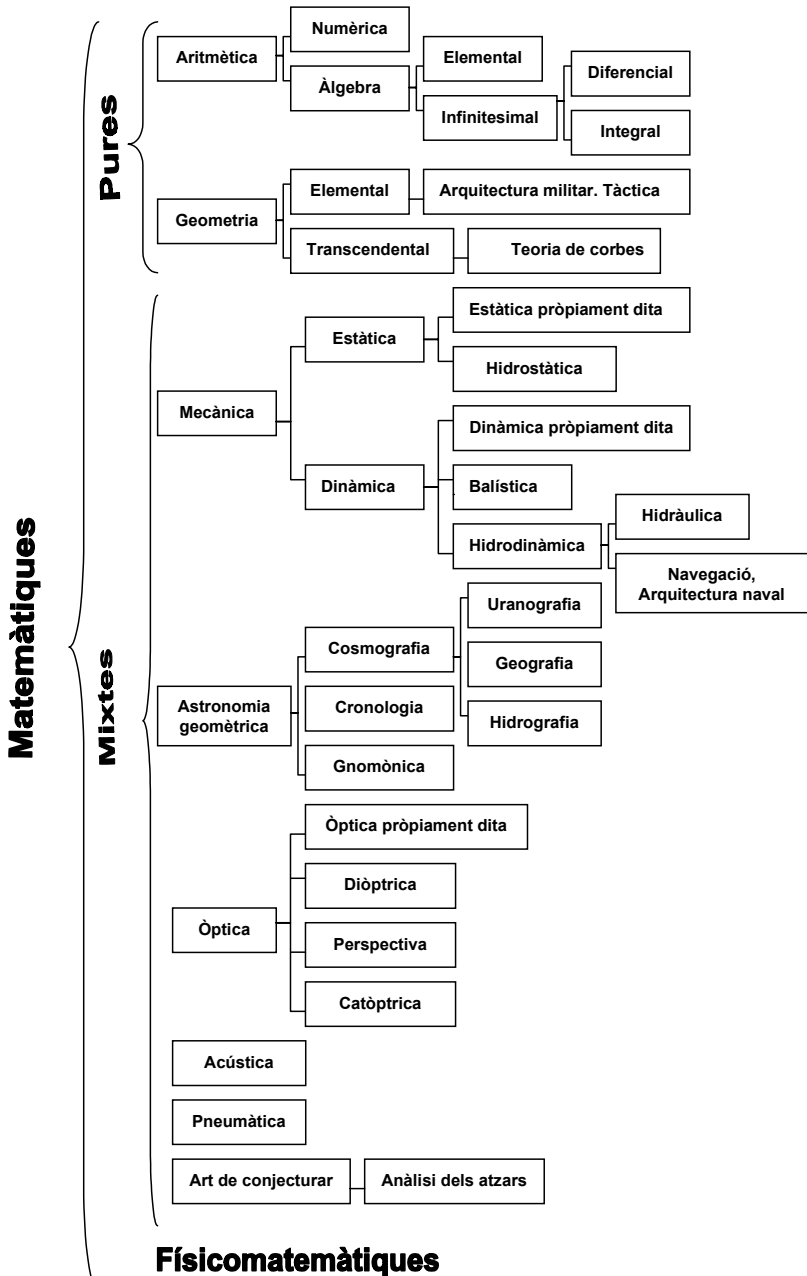
L'exemple de l'òptica permet a Montucla il·lustrar molt bé aquesta idea. L'òptica tracta dels efectes i de les propietats de la llum a partir de certs principis que redueixen aquesta consideració a la geometria pura. Primer, s'estableix que els raigs de llum es propaguen en línia recta, que aquests es reflecteixen fent els angles de reflexió iguals als d'incidència i que, en penetrar d'un medi a un altre de diferent densitat, se separen de la direcció original seguint una llei geomètrica. Un cop admesos aquests principis, el matemàtic ja no examina quina és la naturalesa de la llum o dels medis que travessa o que la reflecteixen, per a ell, els raigs no són més que línies rectes, i les superfícies reflectores o refringents, superfícies purament geomètriques de les quals només en considera la forma. És d'aquesta manera com determina el camí dels raigs de llum en els miralls o a través dels vidres òptics, els seus efectes sobre la vista, etc. No es pot negar, conclou Montucla, que aquestes recerques no siguin pròpiament competència de la física, però, en tant que barrejades íntimament i dependents de les matemàtiques abstractes, que li donen la certesa que les distingeix a si mateixes, són d'alguna manera elevades al rang de les matemàtiques, de les quals en formen la segona divisió. En aquest sentit, ocupen una mena de punt intermedi entre la física, «molt sovint envoltada d'incertesa i de tenebres» —segons Montucla— i les matemàtiques pures, d'una total claredat i evidència. Les matemàtiques mixtes gaudeixen d'una evidència hipotètica igual a la de les matemàtiques abstractes. Igual que Bacon, Montucla creu que el nombre de les matemàtiques mixtes no pot ser fixat i determinat com el de les abstractes. A mesura que la física vagi adquirint noves riqueses i s'asseguri de certs fets que li puguin servir de principis, les primeres guanyaran en extensió. Montucla considera que aquest és un procés històric que ve de lluny: «Els pitagòrics no van reconèixer més que quatre parts de les matemàtiques, dues d'abstractes i dues de mixtes. Les dues darreres van ser la música i l'astronomia [...]»

Quan l'any 1764 es va crear la Conferència Fisicomatemàtica Experimental de Barcelona, el seu primer president, Francesc Subiràs, en el discurs inaugural (Murúa, 1915, p. 143-185 i Nieto; Roca, 2000, p. 339-353) va fer referència a disciplines que podrien rebre la consideració de matemàtiques mixtes, segons el que acabem de veure:

Para conocer cuan útil sea la Physica a las Artes, baste reflexionar que las más de éstas son parte de la Physica, o aplicaciones particulares de la misma. La arquitectura, la perspectiva, la estatuaria, la gnomónica, la metalurgia, son la misma Physica combinada con las Mathematicas.

Tenim molts testimonis que manifesten explícitament que disciplines com les anteriors i d'altres es consideraven part de les matemàtiques. Així, per exemple, Alexandre Savérien (1720—1805), que ja havia estat autor l'any 1753 d'un *Diccionari universal de matemàtica i de física* (Savérien, 1753), va publicar el 1766 una *Història dels progressos de l'enteniment humà en les ciències exactes i en les arts que en depenen*, obra que Rubín de Celis va traduir al castellà l'any 1775. Rubín advertia que Savérien va escriure aquest tractat resumint la història progressiva de les matemàtiques i distingint-ne les parts: aritmètica, àlgebra, geometria, astronomia, gnomònica, cronologia, navegació, òptica, maquinària, hidràulica, acústica i música, geografia, arquitectura civil, arquitectura militar i arquitectura naval. I remarcava que «los que solo tengan instrucción en algunas partes de las matemáticas, adquirirán una noticia metódica de las que no han estudiado» (Savérien, 1775).

Classificació de les Matemàtiques a l'Encyclopédie D'Alembert, 1754



Taula 1. D'Alembert.

A la seva època, encara existia la idea que aquests estudis eren més curiosos que útils i, d'això, deia que en resultava un notable perjudici per al progrés de les ciències i el foment de les arts i les manufactures de tota mena: «pues todas ellas necesitan indispensablemente de las matemáticas para su perfección, y para la invención de las máquinas é instrumentos, que las facilitan. El acierto en los edificios, y obras públicas; su solidez y el cálculo de su verdadero coste, todo depende de sus cálculos, y reglas».

Savérien definia les ciències exactes com «les ciències que es fonamenten en principis evidents, que no tenen ambigüitat en els termes, i en les quals es demostra tot el que es proposa, fent servir únicament axiomes, o proposicions que, immediatament deduïts d'aquests, vénen a ser uns altres principis». Per ell, les ciències exactes «llamadas así porque todas son demostrables» són l'aritmètica, l'àlgebra, la geometria, l'astronomia, la gnomònica, la cronologia, la navegació, l'òptica, la maquinària i la hidràulica, i anomenava arts dependents d'aquestes ciències, perquè hi estaven fonamentades, a la música, la geografia, l'arquitectura civil, l'arquitectura militar i l'arquitectura naval (vegeu taula 2).

Parts de les Ciències exactes	Arts dependents de les ciències exactes
Aritmètica	Música
Àlgebra	Geografia
Geometria	Arquitectura civil
Astronomia	Arquitectura militar
Gnomònica	Arquitectura naval
Cronologia	
Navegació	
Òptica	
Maquinària	
Hidràulica	

Taula 2. Savérien.

Els avenços esdevinguts en la física i en les matemàtiques posteriors van fer que, a les darreries del segle, Savérien rebés crítiques, com les de Mathurin Jacques Brisson (1723-1806). En el seu *Diccionari*, Brisson (1796), fa un discurs preliminar on diu, entre moltes altres coses, que el *Diccionari* de Mr. Savérien és una obra més matemàtica que física, part que —segons ell— està molt mal tractada.

Benet Bails (1730-1797), director de Matemàtiques de la Real Academia de San Fernando, va escriure els *Elementos de Matemáticas*, el treball matemàtic de caràcter enciclopèdic més important publicat en castellà durant el segle XVIII. D'aquesta obra va fer-ne un extracte en els seus *Principios de Matematica*, publicat en tres volums. En el primer tractava de l'especulativa de la matemàtica o la *matemàtica pura* i, en els dos següents, de la *matemàtica mixta*, o l'aplicació de l'especulativa als diferents assumptes pràctics que abraça aquesta ciència. El títol complet ja ens indica els dominis d'aplicació: *Principios de Matemática, donde se enseña la especulativa con su aplicación a la Dinámica, Hydrodinámica, Óptica, Astronomía, Geografía, Gnomónica, Arquitectura, Perspectiva y al Calendario*. Bails va consi-

derar que, si bé tots els rams de la matemàtica mixta eren d'igual importància, n'hi havia alguns «de mayor consideración que otros, ya se atiende a la multitud de las cuestiones que les pertenecen, ya porque en ellos se fundan otros tratados de menor jerarquía», es referia a la dinàmica, la hidrodinàmica, l'òptica i l'astronomia (vegeu taula 3).

Matemàtica mixta (rams de major consideració)	Matemàtica mixta (d'altres rams)
Dinàmica Hidrodinàmica Òptica Astronomia	Geografia Gnomònica Arquitectura Perspectiva Calendari

Taula 3. Bails.

A les darreries del segle XVIII notem variacions en la consideració dels tres tipus generals de coneixement en la línia baconiana i enciclopedista (històric, filosòfic i poètic). Així, Sigaud de La Fond (1777) destaca en un lloc preferent el coneixement matemàtic, i diferencia tres espècies de coneixements: l'històric (coneixement dels cossos, de les seves propietats i dels seus fenòmens), el filosòfic (consisteix en la declaració i demostració de les causes, propietats i fenòmens que s'han descobert en els cossos) i el matemàtic («a partir del qual s'observa la intensitat de les causes, i tota l'extensió de les propietats i fenòmens i es determina allò que ha de seguir-se d'aquests descobriments»).

A la mateixa època, Brisson (1801, p. 385) anomena *matemàtiques* a totes les ciències que tenen per objecte les relacions de les magnituds, és a dir, que tracten de magnituds per descobrir la seva igualtat o desigualtat. «Per magnitud s'entén [...] tot el que es pot augmentar o disminuir. [...] així doncs, les línies, les superfícies, els sòlids, [...] el moviment, la velocitat, el temps, els pesos, etc., són magnituds, i per consegüent objecte de les matemàtiques».

La idea de les matemàtiques com la ciència que tracta de la quantitat (allò que pot augmentar i disminuir), o de les relacions i propietats de la quantitat, és la que trobem a finals del XVIII i primeres dècades del segle XIX en els principals textos de matemàtiques escrits en espanyol per autors tan rellevants com Jordi Juan, Vallejo, Císcar, etc., que consideren, naturalment, les matemàtiques mixtes o aplicades com a part de les matemàtiques. L'any 1810, Gergonne va començar a publicar, a Montpeller, la primera publicació periòdica exclusivament dedicada a les matemàtiques (pures i aplicades, és clar!): els *Annales de mathématiques pures et appliquées*, que es va seguir publicant fins el 1832 (Struik, 1981, p. 6-20).

A mitjan segle XIX, a França, Alexandre Montferrier, en el seu *Diccionari de les ciències matemàtiques pures i aplicades* (Montferrier, 1845), que era, de fet, un assaig, introduïa un canvi d'orientació tot divulgant les idees del corrent wronkista: «encara diversos matemàtics, confonent la ciència mateixa amb els objectes sobre els quals aquesta s'exerceix, pretenen vanament de fer-la davallar de l'alt rang que ocupa a la intel·ligència fins al dels coneixements pràctics, obtinguts per l'observació, i tancar-la tota sencera amb el seu poder uni-

versal en el cercle limitat d'un simple mètode empíric». En aquesta obra es posa de manifest la influència directa dels ensenyaments de l'École Polytechnique.³

Montferrier divideix les matemàtiques pures en dues branques principals: la que té per objecte els nombres i la que té per objecte l'extensió; aquesta darrera es coneix com a geometria, mentre que la ciència dels nombres, presa en la seva generalitat, es coneix com a àlgebra, tot i que alguns autors —diu— l'anomenen *aritmètica universal*, i d'altres *anàlisi*; també diu que s'ha proposat recentment donar-li el nom d'algorítmia, el qual, «en l'estat elevat on aquesta ciència ha estat portada avui en dia, sembla en efecte designar-la de la manera més convenient».

De fet, a l'entrada *Mathématiques* del seu *Diccionari*, les matemàtiques pures les divideix en dues branques, l'algorítmia, o ciència dels nombres, i la geometria, o ciència de l'extensió, subdividint la primera, al seu torn, en àlgebra, que té per objecte els nombres considerats en general o les *lleis dels nombres*, i aritmètica, l'objecte de la qual són els nombres considerats en particular o els *fets dels nombres*. Montferrier diu que el nom *matemàtiques* ja no s'usa més que en plural avui en dia, perquè les diverses parts de la ciència que designava a l'origen han rebut demarcacions precises o han esdevingut altres ciències particulars. També lloa el «més gran metafísic de la nostra època» —entenem que es refereix a Kant— que ha definit tan bé les matemàtiques com «la ciència de les lleis de l'espai i del temps» i, basant-se en aquesta definició o determinació de l'objecte de les matemàtiques, fa una classificació de les diverses branques. Així, si observem que les lleis de l'espai i del temps poden ser considerades en elles mateixes i en els fenòmens físics als quals s'apliquen, la consideració *in abstracto* d'aquestes lleis és l'objecte de les matemàtiques pures, i la seva consideració *in concreto* el de les matemàtiques aplicades.⁴

Pel que fa a les matemàtiques aplicades, Montferrier assenyala que la seva aplicació és universal i que han d'existir tantes branques diferents de matemàtiques aplicades com ciències diferents que del saber humà poden existir. A més, s'entén que aquestes ciències només adquiriran un grau més o menys gran de certesa en virtut d'aquesta aplicació i sempre que les seves lleis fonamentals es recolzin més o menys en lleis matemàtiques.

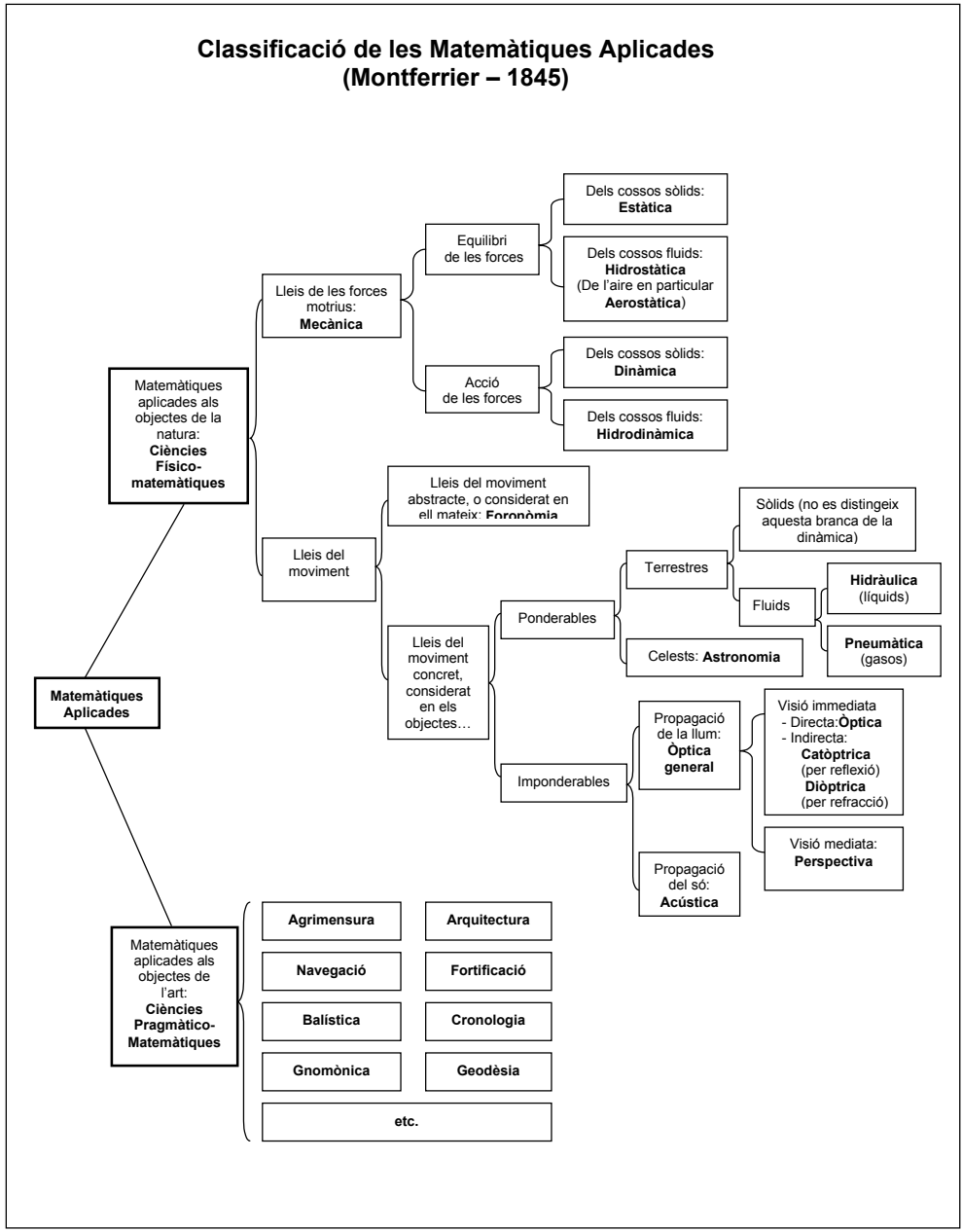
L'aplicació de les matemàtiques als objectes donats per la *natura* o per el conjunt de fenòmens físics forma les ciències anomenades *fisicomatemàtiques*, i l'aplicació als objectes de l'*art*, els produïts per l'acció de l'home, forma una classe de ciències que considera que es podria anomenar *pragmaticomatemàtiques*. De les ciències pragmaticomatemàtiques no podem establir-ne una classificació determinada perquè les diverses branques de l'aplicació de les matemàtiques a les arts, siguin físiques, siguin intel·lectuals, són tan indeterminades com ho són les arts. Les principals són: agrimensura, arquitectura, navegació, fortificació, balística, cronologia, gnomònica, geodèsia, etc. A la taula 4 resumim la classificació de les matemàtiques aplicades de Montferrier.

Aquesta diferenciació entre matemàtiques aplicades als objectes de la natura o als objectes de l'art, la retrobem a la veu *Matemáticas* de l'edició de 1859 del *Diccionario de la*

3. Inicialment va ser precisament un grup d'antics alumnes de l'École Polytechnique els que van decidir publicar el *Diccionari* a París, per Dénain et Delamare, entre 1835 i 1840, sota la direcció de Montferrier.

4. Al text consultat, de fet, hi diu que la consideració *in concreto* és l'objecte de les matemàtiques pures i que *in abstracto* ho és de les matemàtiques aplicades, però suposem que es tracta d'un error.

Classificació de les Matemàtiques Aplicades (Montferrier – 1845)



Taula 4. Montferrier.

Lengua Española, de Domínguez (1859), on la defineix com la ciència que tracta de la quantitat i del càlcul o de les diferents formes de mesurar-la:

Los griegos comprendían bajo este nombre la reunión de todos los conocimientos exactos que poseían [...] Divídense en puras y mistas [*sic*] ó aplicadas: las primeras comprenden el número y la extensión [*sic*] de la aritmética y la geometría, pero son mistas cuando se aplican á objetos de la naturaleza ó a las artes. Aplicadas a los objetos de la naturaleza, reciben el nombre de físico-matemáticas, y abrazan los numerosos ramos de la física, la estática y la dinámica, la aéreostática [*sic*] y la aérodinámica [*sic*], la idráulica [*sic*], la óptica, la acústica, la electricidad, etc. Aplicadas á los objetos de que se ocupa el arte, pertenecen [*sic*] á ella la agrimensura, la arquitectura, la gnomónica, la cristalografía, la geodesia, etc.

Matemàtiques pures	Matemàtiques mixtes	
	Aplicades a objectes de la natura	Aplicades a objectes de l'art
<i>Aritmètica</i>	<i>Estàtica</i>	<i>Agrimensura</i>
	<i>Dinàmica</i>	<i>Arquitectura</i>
	<i>Aerostàtica</i>	<i>Gnomònica</i>
<i>Geometria</i>	<i>Aerodinàmica</i>	<i>Cristal·lografia</i>
	<i>Hidràulica</i>	<i>Geodèsia</i>
	<i>Òptica</i>	<i>etc.</i>
	<i>Acústica</i>	
	<i>Electricitat</i>	
	<i>etc.</i>	

Taula 5. Domínguez.

Domínguez considera, doncs, que les matemàtiques tenen per objecte totes les propietats de la matèria, tot allò que és susceptible d'augment o de disminució. Observem (vegeu taula 5) que inclou noves disciplines que han rebut un tractament matemàtic i que es consideren, per tant, part de la matemàtica mixta, com ara són l'electricitat o la cristal·lografia.

L'any 1862, Marie-Antoine Bouillet, autor d'un *Diccionari universal de la ciència, les lletres i les arts*, moltes vegades reeditat, presentava una divisió de les ciències que, segons deia, «sense pretendre un gran rigor és més simple i més conforme a les divisions establertes per l'ús i consagrades en els tractats de Bibliografia». En aquesta classificació, considerava cinc grups principals: 1) ciències metafísiques i morals; 2) ciències històriques; 3) ciències matemàtiques, 4) ciències físiques i naturals; 5) ciències ocultes o falses ciències. Pel que fa a les ciències matemàtiques i a les ciències físiques i naturals, establia les subdivisions que segueixen:

CIÈNCIES MATEMÀTIQUES:

Matemàtiques pures: aritmètica, àlgebra, geometria.

Matemàtiques aplicades: mecànica, astronomia, navegació, art militar, enginyeria, construcció naval, construcció de camins, canals i ports, de ferrocarrils, etc.; metrologia.

CIÈNCIES FÍSQUES I NATURALS

Física: òptica, acústica, calòric, electricitat, magnetisme, meteorologia, etc.

Química: química inorgànica, química orgànica.

Història natural: mineralogia, geologia, botànica, zoologia, antropologia, anatomia comparada.

Ciències mèdiques: anatomia i fisiologia humanes, medicina, patologia, higiene, terapèutica, cirurgia, farmàcia, art veterinari.

Podem adonar-nos de les diferències amb anteriors classificacions. En aquesta s'ha incorporat la construcció de ferrocarrils a les matemàtiques aplicades, mentre que, per exemple, l'electricitat, l'òptica i l'acústica es veuen com a parts de la física. Disciplines com ara l'òptica o l'acústica, considerades *físiques* en aquesta divisió de les ciències continuen classificant-se com a *matemàtiques aplicades* a la veu *Matemàtiques*, i això dins el *mateix Diccionari*. Probablement la classificació i la veu *Matemàtiques* corresponen a autors diferents,⁵ en qualsevol cas, això és una mostra més que la frontera és bellugadissa en la consideració de les

Matemàtiques Aplicades (Sonnet, 1867)	
Arquitectura	Geodèsia
Aritmètica aplicada o comercial	Geometria descriptiva
Agrimensura	Geometria aplicada
Artilleria	Relotgeria
Banca	Hidràulica i mecànica de gasos
Fusteria	Hidrostàtica
Ferrocarrils	Mecànica aplicada
Construcció naval	Mecànica general
Construccions civils	Navegació
Cosmografia	Probabilitats
Tall de pedres	Topografia
Establiments de previsió	Treballs públics
Fortificació	

Taula 6. Sonnet

5. El *Diccionari universal de les ciències, les lletres i les arts*, de Bouillet, va comptar amb molts col·laboradors. La part corresponent a les ciències físiques i matemàtiques i la de les arts industrials «que en són l'aplicació» es va encomanar a Ch. Gerhardt, doctor en ciències i professor de química a la Facultat de Ciències d'Estrasburg.

disciplines de l'època, que trobem aquí reflectida en un mateix text. Si ara anem a la veu *Fisicomatemàtiques*, trobarem com a definició «ciències que tenen relació al mateix temps amb la física i amb les matemàtiques, en les quals, reunint l'observació i l'experiència al càlcul matemàtic, s'aplica el càlcul als fenòmens de la natura: la mecànica, l'estàtica,⁶ la hidràulica, l'òptica, etc., són ciències fisicomatemàtiques» (Bouillet, 1862, p. 1274).

Què s'entenia, doncs, per matemàtiques mixtes o matemàtiques aplicades? Com deia Sonnet (1867), autor precisament d'un *Diccionari de matemàtiques aplicades*, «es designa sota el nom de matemàtiques aplicades un conjunt de coneixements que és més fàcil d'enumerar que de reunir sota una definició precisa».

Sonnet considerava que el *Diccionari* de Montferrier no abordava més que un nombre molt petit de qüestions relatives a les aplicacions, i que les tractava, en general, per mètodes que a ell li semblaven antiquats. Tot i que el *Diccionari* de Sonnet està estructurat seguint l'ordre alfabètic, conté un índex dels articles per ordre de matèries, les quals agrupen les diverses entrades segons diferents camps d'aplicació. Això permet enumerar aquell conjunt de coneixements que Sonnet designava sota el nom de *matemàtiques aplicades* que es mostren a la taula 6.

Es pot veure que la consideració de *matemàtiques aplicades* se centra pràcticament en el que s'havia denominat *matemàtiques mixtes aplicades a objectes de l'art*, el que podríem anomenar *aplicacions tècniques i de la vida pràctica*, deixant gairebé de banda les matemàtiques mixtes aplicades als objectes de la natura. Aquestes es consideraran part de la física.

Així, a l'*Enciclopèdia* publicada a la dècada dels vuitanta per l'enginyer de mines Friedrich Gillman, es diferencia entre la *física pura* o abstracta, que indaga les lleis naturals per elles mateixes, i la *física aplicada*, que es val de les lleis reconegudes per explicar els múltiples fenòmens de la naturalesa i que abraça l'astronomia física o mecànica celeste, l'astrofísica, la geografia física i la meteorologia. La física pura la dividia així (Gillman, 1884, p. 7-8):

Física de la matèria:

La *mecànica* o ensenyament de l'equilibri i moviment dels cossos, és a dir, l'estàtica i la dinàmica, respecte als sòlids; la hidrostàtica i la hidrodinàmica, respecte als líquids i l'aerostàtica i l'aerodinàmica, respecte als gasos.

L'*acústica*, o ensenyament del so, que pot mirar-se com la transició entre la física de la matèria i la física de l'èter.

Física de l'èter:

L'*òptica*, que tracta de la llum i els fenòmens de la visió.

La *tèrmica*, o ensenyament del calor.

El *magnetisme* i l'*electricitat*. Aquestes dues darreres disciplines, d'acord amb els coneixements més recents, constitueixen realment una sola divisió de la física.

Per tant, formalment, ja s'havia produït una transformació en què s'abandonava la

6. A l'original hi diu *Statistique*, és a dir, *estadística*, però sembla que es tracta més aviat d'un error tipogràfic.

categoria de matemàtiques mixtes aplicades als objectes de la natura per parlar, simplement, de física pura.

4. Matemàtica pràctica. Constructors d'instruments i *practicants* de la matemàtica

Als segles XVI i XVII las matemàtiques van tenir un destacat vessant pràctic, sobretot en l'art de la navegació i en l'arquitectura civil i militar. Durant el segle XVII, a l'Europa occidental la física es va seguir ensenyant en llatí a les escoles com a part de la filosofia especulativa, mentre que les matemàtiques, disciplina pràctica amb aplicacions en la seva major part militars, s'ensenyaven en llengua vernacla (Hankins, 1988, p. 50). A mitjan segle XVIII, a Espanya, les matemàtiques eren considerades encara com quelcom vinculat a les arts militars. L'any 1715 s'havia creat a Barcelona l'Acadèmia Militar de Matemàtiques (Capel *et al*, 1988) i, gairebé seixanta anys després, Francesc Subiràs, en el discurs inaugural de la Conferència Fisicomatemàtica (ja esmentat abans), comentava que «las Matemáticas se miran como a Ciencia particular de la Milicia».

Felip II va fundar una acadèmia de matemàtiques sota la direcció de Juan Bautista Labaña, que inicià els seus ensenyaments l'any 1583. Aquesta acadèmia va continuar les seves activitats fins molt entrat el segle XVII. Gràcies al testimoni de Vicencio Carducho, que va visitar l'escola cap al 1630 (Fernández Navarrete, 1846, p. 236-237), sabem que aquesta disposava d'instruments matemàtics amb els quals no només s'ensenyaven aquelles ciències, sinó també la seva aplicació a l'artilleria i a d'altres matèries. Els deixebles que en sortien «prometían ser de mucho fruto para la geografía, cosmografía y astronomía, y de gran importancia para la navegacion y para todo género de guerras». L'ensenyament, diu Fernández Navarrete, no es limitava «á puras abstracciones y teorías, pues en el patio de la misma casa habia culebrinas y cañones de todas clases, con artilleros y fundidores que reconocían sus metales, cureñas, balas, y demás pertrechos, para la instrucción práctica que recibían ...»

Vint anys després de les consideracions de Carducho, a Anglaterra John Pell publicava la seva *Idea matheseos*, on suggeria la fundació d'una biblioteca de matemàtiques pública que recollís no només tots els llibres de matemàtiques, sinó també cada instrument matemàtic (Schneider, 1981). Però, quin era el significat d'un instrument qualificat de «matemàtic»?

En el catàleg d'objectes pertanyents a la Royal Society, publicat l'any 1681, Nehemiah Grew distingia entre «instruments relacionats amb la filosofia natural» i «coses relacionades amb les matemàtiques». A mitjan segle XVII, ja es parlava de «models i aparells filosòfics». Els *Instruments filosòfics* eren les eines de la nova filosofia natural experimental. Els *Instruments matemàtics* eren les eines de les matemàtiques mixtes, usades per pesar, mesurar, o, dit d'una altra manera, per associar nombres a objectes de la natura o de les arts.

Així, els nous aparells i experiments del segle XVIII, particularment els elèctrics, no van convertir de seguida la física experimental en una ciència quantitativa perquè varen ser dissenyats per a crear fenòmens i no per a mesurar-los, de manera que correspondrien a instruments filosòfics. La importància de les matemàtiques per a la física experimental va ser objecte de debat. Diderot, Buffon i Franklin van condemnar l'ús excessiu de les matemàtiques en la física perquè apartaven el científic de la naturalesa i el conduïen cap a una falsa dependència de les formes abstractes (Hankins, 1988, p. 51 i 54).

La definició de Grews d'*instruments matemàtics* reflecteix, com assenyala Deborah Warner, l'àmplia definició de *matemàtiques*, de la qual ja hem parlat, especialment pel que fa referència a les matemàtiques mixtes: astronomia, òptica, estàtica, topografia, navegació o fortificació (Warner, 1994).

A començaments del segle XVII, podíem trobar que, a la Universitat, aquells que volien dedicar-se a activitats professionals en l'Estat, l'Església o la Medicina, havien de completar un curs d'estudi a la Facultat d'Arts, que incloïa instrucció en matemàtiques elementals. Fora de la Universitat existien grups de *mestres de càlcul*, parcialment organitzats en gremis, que transmetien el coneixement de tècniques bàsiques necessari per als càlculs mercantils. Però, a més, a començaments de l'època moderna va emergir un tercer grup, els *practicants de la matemàtica*, que varen tenir competències en àrees com la geodèsia, fortificació, astronomia, artilleria, navegació, i la producció d'instruments adequats per a aquestes activitats. Les matemàtiques involucrades en aquests tres grups de *matemàtics* no constituïen una ciència, sinó un art. Es tractava, com diu Schneider (1981, p. 93-94), d'un coneixement estàtic, un repertori fix de tècniques per a ser usades i aplicades a situacions concretes establertes. Va ser la idea de recerca la que obriria les matemàtiques a un camp més dinàmic.

Al darrer quart del segle XVIII podem trobar publicacions específicament adreçades als artistes que es dedicaven a construir instruments matemàtics, mostrant-los, per exemple, nous mètodes per perfeccionar la divisió dels instruments de matemàtiques i d'astronomia, fent servir la precisió de moviments mecànics, així com també els augments que poden proporcionar els instruments òptics en comptes de fonamentar-se només en l'agudesia visual i la destresa de la mà (Bertrand, 1781, p. 411-454).

A les darreries del segle XVIII, els fabricants londinencs d'instruments londinencs van aconseguir una posició de preeminència internacional en la fabricació d'instruments matemàtics, les branques més importants dels quals van ser l'astronomia, la navegació i la topografia. Entre aquest constructors de primera fila s'hi trobaven Sisson, Graham, Bird, Ramsden, Troughton, Short i Dollond, tots matemàtics londinencs (Bennett, 1985). Sabem, per exemple, que el 1754 l'Acadèmia Militar de Matemàtiques de Barcelona va encarregar al destacat fabricant anglès George Adams la construcció d'instruments matemàtics per encàrrec de Jordi Juan (Puig-Pla, 2000).

Pel que fa a la construcció d'artefactes i instruments i la seva relació amb les matemàtiques, en el discurs inaugural de la Conferència Fisicomatemàtica Experimental de Barcelona, pronunciat l'any 1764, Subiràs afirmava: «La construcció de molinos, tornos, telares, relojes, etc., vidrios ópticos, instrumentos astronómicos, músicos, hidrostáticos y de cuantas máquinas se sirve el artesano, ¿qué son sino obras reguladas por las Leyes de la Phisica Matemática experimental?...»

Més endavant (1770), la Conferència va esdevenir Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts, i destacats artesans, fabricants d'instruments, aconseguiren el reconeixement d'acadèmics (Puig-Pla, 1999).

Tanmateix, cap al 1840 va esdevenir virtualment impossible poder identificar els *practicants de la matemàtica* com un grup professional diferenciat. Bàsicament, la pràctica matemàtica, des del segle XVI, havia consistit en l'aplicació de la geometria a les habilitats tècniques i assumptes quotidians —la mesura del temps i el calendari, la mesura i l'agrimensura, l'artilleria i la fortificació, l'arquitectura i la navegació. Els fabricants d'instruments va-

ren ser no només constructors, sinó també dissenyadors, usuaris i instructors, a més d'escriptors i professors de matemàtiques.

Durant el segle XVII, quan les tècniques van esdevenir cada cop més refinades i va augmentar l'especialització, les categories d'aquests *practicants* es van anar diferenciant. Va haver-hi astrònoms, agrimensors, enginyers militars, calculadors de taules, navegants, professors, instructors. Tanmateix, tots van estar estretament lligats als constructors d'instruments: hi va haver un intercanvi d'idees sobre els nous dissenys i els nous mètodes en termes d'igualtat. Durant el segle XVIII, destacats fabricants d'instruments varen tenir la possibilitat de pertànyer a la Royal Society i equiparar-se amb d'altres homes de ciència. Però a l'any 1840 aquesta situació havia canviat. El científic havia desaparegut dins el laboratori, l'artesà dins la fàbrica, el professor privat havia esdevingut professor d'una institució, els millors topògrafs estaven a l'exèrcit o a l'armada. Tots formaven part de societats, i el treball de la majoria era anònim.⁷

Al llarg del segle XIX, l'increment de l'activitat científica va conduir a la professionalització i a la institucionalització. Només a França es varen fundar més de vint societats científiques especialitzades. La consolidació de noves disciplines científiques, juntament amb l'establiment dels fonaments de les matemàtiques, va conduir a l'abandonament de la idea de *les matemàtiques aplicades* que seria substituïda per la idea de *l'aplicació de les matemàtiques*.

5. Consideracions finals: de les matemàtiques aplicades a l'aplicació de les matemàtiques

L'Encyclopédie des Sciences Mathématiques pures et appliquées es va publicar sota els auspicis de les acadèmies de ciències de Göttingen, Leipzig, Munic i Viena. L'edició francesa es va redactar i publicar des del 1904, sota la direcció de Jules Molik, professor de la Universitat de Nancy, que va ser-ne el director general fins a la seva mort, l'any 1914. S'hi exposaren els resultats adquirits en les diverses branques de la ciència matemàtica i el desenvolupament dels mètodes propis de cadascuna d'aquelles. A l'*avis* del primer fascicle ja es dibuixava la mútua relació entre matemàtiques i científics o enginyers:

Per a les matemàtiques pures, s'insistirà en les definicions i en l'encadenament de les teories, sense donar demostracions. Per a les aplicacions de les matemàtiques, s'exposaran les diverses ciències tècniques amb llargs desenvolupaments, de manera que el matemàtic podrà fàcilment prendre consciència de les qüestions de ciència pura que ell haurà de tractar; l'astrònom, el físic, l'enginyer podran, ells també, dirigir-se a les solucions dels problemes que els interessin.

L'edició estava estructurada en set toms, cadascun dels quals comprenia tres o quatre volums. Els tres primers estaven dedicats a les matemàtiques pures (àlgebra, geometria, anàlisi), i, la resta, a les aplicacions de la matemàtica (cinemàtica, mecanismes, estàtica gràfi-

7. He transcrit part de la citació d'Eva Taylor a *Instruments Makers in Hanoverian England*, feta per Anderson (1985, p. 2).

ca, aparells físics (els més simples), hidràulica, elasticitat, mesura, atomística, estereoquímica, dibuix de cristalls, principis físics de l'electricitat: acció a distància, principis físics de l'òptica: antigues teories, electrostàtica i magnetostàtica, triangulació geodèsica, mesura de bases i anivellament, desviació de la vertical, fotogrametria, marees oceàniques i marees internes, rellotges i cronòmetres, mesura dels angles).

Podríem dir que l'enfocament general d'aquesta enciclopèdia mostra una visió força «actual», segons el que entenem avui dia quan ens referim a les matemàtiques (pures) i a les seves aplicacions. Tanmateix, al llarg de la història, igual que les paraules *filosofia* o *física*, el concepte de *matemàtiques* o la qualificació de *matemàtic* aplicat a una persona, una activitat, una institució o, fins i tot, a un objecte (com ara un instrument), no ha tingut sempre, com hem vist, el mateix abast i la mateixa connotació.

La ciència del segle XVIII no estava organitzada segons les línies divisòries suggerides per les disciplines científiques modernes. Gran part del que ara anomenariem física eren matemàtiques mixtes. La progressiva matematització de diferents camps del coneixement va anar incorporant noves disciplines a les matemàtiques mixtes. Com hem vist, el que es considerava com a *matemàtiques mixtes aplicades als objectes de la natura* va esdevenir física pura. A mesura que va anar augmentant el subjecte d'estudi es va fer necessari tractar separatament diverses disciplines, i també diverses branques de les matemàtiques pures. Es va abandonar la categoria de matemàtiques mixtes i es va parlar, més aviat, de l'aplicació de les matemàtiques. W. Rouse Ball (1906), a la seva *Histoire des Mathématiques*, deia: «Els desenvolupaments a la darrera meitat del segle XIX de les matemàtiques pures i l'aplicació de les matemàtiques als problemes físics obren un nou període que ultrapassa els límits de la nostra obra».

Avui dia tornem a parlar de *matemàtiques aplicades*, però des d'una perspectiva diferent. A les universitats trobem departaments de matemàtiques aplicades, els quals volen posar l'accent en una recerca matemàtica (pura) vinculada a camps d'aplicació científicotècnics, la qual cosa fa que els matemàtics treballin sovint amb grups multidisciplinars. En un acte de celebració de l'Any Mundial de les Matemàtiques, el que fou el primer degà de la Facultat de Matemàtiques de la Universitat Politècnica de Catalunya, Joan Solà-Morales, va fer un parlament al Paranimf de la Universitat de Barcelona (7/III/2000) en el que remarcava que «una de les característiques més importants de la matemàtica és que no té un sector [d'activitat econòmica] específic d'aplicació, però que és present, i de forma destacada, a tot arreu [...] els físics, els enginyers de telecomunicacions, els informàtics, els químics, els biòlegs i biotecnòlegs, els economistes, els geògrafs, els sociòlegs són avui dia usuaris directes i indirectes de la matemàtica, i precisament d'una matemàtica que no és pas senzilla» (Solà-Morales, 2000). Aquesta progressiva matematització de disciplines, que permet qualificar-les de científiques, és l'herència directa de la gran embranzida que, en aquest sentit, es va produir al llarg dels segles XVIII i XIX.

En aquest treball no he pretès establir cap definició de matemàtiques. Com ja advertia Francisco Vera (1967, p. 427-28) referint-se a la matemàtica, són moltes les definicions que hi ha als llibres i manuals, però totes són fatalment defectuoses perquè les idees generals es presten malament a la definició. El mateix Vera, però, assenyalava que hi havia «un oblit de l'origen experimental de l'anomenada *ciència exacta*, un origen que s'ha anat oblidant a mesura que evolucionava per successives abstraccions, fins al punt que avui sembla no tenir altre aspecte que el purament lògic i formal». El que he pretès aquí és precisament remarcar

que el significat que va tenir el concepte *matemàtiques* i les seves connotacions va ser diferent de les que actualment li podem atribuir, i que això, indefugiblement, cal tenir-ho present per evitar anacronismes.

Vull acabar fent una crida a la prudència amb què cal llegir el que acabo d'escriure i, en aquest sentit, recordo les conegudes paraules de Bertrand Russell: «la matemàtica és l'única ciència de la que mai sabem de què parlem ni si el que diem és cert» (Vera, 1967, p. 428; Bergamini, 1969, p. 9; Bouvier; Gorge, 1979, p. 459).

Bibliografía

- ANDERSON, R. G. W. (1985), «Were scientific instruments in the nineteenth century different? Some initial considerations». A: DE CLERCQ, P. R. (ed.) *Nineteenth—Century Scientific Instruments and their Makers*, Leiden-Amsterdam, Rodopi, p. 1-12.
- BACON, F. (1988), *El avance del saber*, Madrid, Alianza Editorial, [introducció d'Alberto Elena].
- BAILS, B. (1772—1776, 1783), *Elementos de Matemáticas*, Madrid, Joachim Ibarra, (10 vol.).
- BAILS, B. (1775—76), *Principios de Matematica, donde se enseña la especulativa con su aplicación a la Dinámica, Hydrodinámica, Óptica, Astronomía, Geografía, Gnomónica, Arquitectura, Perspectiva y al Calendario*, Madrid, Joachin Ibarra Impresor de Cámara de S.M. (Toms I, II i III).
- BALL, W. R. (1906), *Histoire des Mathématiques*, París, Librairie Scientifique A. Hermann [edició francesa revisada i augmentada; traduïda de la tercera edició anglesa per L. Freund].
- BENNETT, J. A. (1985), «Instrument makers and the 'Decline of Science in England': the effects of institutional change on the élite makers of the early nineteenth century». A: DE CLERCQ, P. R. (ed.) *Nineteenth-Century Scientific Instruments and their Makers*, Leiden-Amsterdam, Rodopi, p. 13-27.
- BERGAMINI, D. (1969), *Mathematics*, Nova York, Time-Life Books.
- BERTRAND, J. E. (1781), *Descriptions des Arts et Métiers faites ou approuvées par messieurs de l'Académie Royale des Sciences de Paris*, Neuchatel, De l'Imprimerie de la Société Typographique [«Nouvelle méthode pour diviser les instruments de mathématique et d'astronomie», XVIII, p. 411-454].
- BOUILLET, N. (1862), *Dictionnaire universel des Sciences, des Lettres et des Arts*, París, Librairie Hachette et Cie [6ª edició, revisada i corregida (la 1ª edició és de 1854)].
- BOUVIER, A.; GORGE, M. (1979), *Dictionnaire des Mathématiques*, París, Presses Universitaires de France.
- BRISSON, (1796), *Diccionario universal de Física*, Madrid, Imprenta de Benito Cano.
- BRISSON, (1801), *Diccionario universal de Física*, Madrid, Imprenta Real, Tom VI.
- CAPEL, H.; SÁNCHEZ, J. E. ; MONCADA, O. (1988), *De Palas a Minerva*, Barcelona, Serbal / CSIC.
- CROSLAND, M. (1992), *Science under control. The French Academy of Sciences 1795—1914*, Cambridge, Cambridge University Press.
- D'ALEMBERT, (1984), *Discurso preliminar de la Enciclopedia*, Barcelona, Orbis [traducció espanyola de Consuelo Berges del *Discours préliminaire...1751—57*].

DOMÍNGUEZ, R. J. (1859), *Diccionario nacional ó gran diccionario clásico de la lengua española*, Madrid-París, Mellado editor [7ª edició].

ENCICLOPEDIA (1842), *Enciclopedia española del siglo Diez y nueve, o biblioteca completa de Ciencias, literatura, artes, oficios &c por una sociedad de literatos españoles y de hombres especiales de diversas ciencias y profesiones*, Madrid, Boix editor, vol. 1.

FERNÁNDEZ NAVARRETE, M. (1846), *Disertación sobre la Historia de la Náutica y de las Ciencias Matemáticas*, Madrid, Imprenta de la viuda de Calero.

GILLMAN, F. (1884), *Enciclopedia Popular Ilustrada de Ciencias y Artes*, Madrid, Gras y Cía, vol. 3.

HANKINS, T. L. (1988), *Ciencia e Ilustración*, Madrid, Siglo XXI.

MONTFERRIER, A. S. (1845), *Dictionnaire des Sciences Mathématiques pures et appliquées*, París, Chez L. Hachette, Libraire de l'Université de France, 3 toms, [2ª edició].

MONTUCLA, J. F. (1799—1802), *Histoire des Mathématiques*, París, Chez Henri Agasse (4 vol.).

MOUSNIER, R.; LABROUSSE, E. (1981), «El siglo XVIII. Revolución intelectual, técnica y política (1715—1815)». A: Maurice Crouzet (dir.) *Historia general de las civilizaciones. El siglo XVIII*, Barcelona, Ediciones Destino [Destinolibro, vol. 114]

MURÚA, A. (1915), «Discurso-Resumen acerca de la Historia de la 'Real Academia de Ciencias y Artes' compuesto y leído con motivo del 150 aniversario de su fundación». A: Bofill A. (comp.) (1915), *Fiestas científicas celebradas con motivo del CL aniversario de la fundación de la Real Academia de Ciencias y Artes*, Barcelona, Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.

NIETO, A.; ROCA, A. (coords.) (2000), *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX*, Barcelona, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona / Institut d'Estudis Catalans.

PUIG-PLA, C. (1999), «From the Academic Endorsement of the Mechanical Arts to the Introduction of the teaching of Machinery in Catalonia (Spain) (1767—1831)», *Icon*, 5, p. 20-39.

PUIG-PLA, C. (2000), «Desarrollo y difusión de la construcción de máquinas e instrumentos científicos: el caso de Barcelona, siglos XVIII—XIX», *Scripta Nova* [Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona] 69 (8).

SAVÉRIEN, A. (1753), *Dictionnaire universel de mathématique et de physique: ou l'on traite de l'origine, du progrès de ces deux sciences & des arts qui en dépendent, & des diverses révolutions qui leur sont arrivées jusqu'à notre tems: avec l'exposition de leurs principes & l'analyse des sentimens des plus célèbres auteurs sur chaque matiere par Monsieur Saverien*, París, chez Jacques Rollin (2 vol.).

SAVÉRIEN, A. (1775), *Historia de los progresos del entendimiento humano en las ciencias exactas y en las artes que dependen de ella*, Madrid, Imprenta de D. Antonio de Sancha, [traducció al castellà de Manuel Rubín de Celis].

SCHNEIDER, I. (1981), «Forms of professional activity in Mathematics before the Nineteenth century». A: MEHRTENS, H.; BOS, H.; SCHNEIDER, I. (ed.) *Social History of Nineteenth Century Mathematics*, Boston-Basel-Stuttgart, Birkhäuser, p. 89-110.

SIGAUD DE LA FOND, J.A. (1777), *Éléments de physique théorique et expérimentale: pour servir de suite à la description & usage d'un cabinet de physique expérimental*, París, Gueffier. [traducció al castellà de Tadeo Lope y Aguilar: Sigaud de La Fond (1799) *Elementos de Física Teórica y experimental*, Madrid, Imprenta de Ramón Ruíz [2ª edició].

SOLÀ-MORALES, J. (2000), «Les matemàtiques com a aspecte essencial per al desenvolupament (Abans i ara)», [Societat Catalana de Matemàtiques] *SCM/Notícies*, Juny 2000, 13, p. 18-20.

SONNET, H. (1867), *Dictionnaire des Mathématiques Appliquées*, París, Librairie de L. Hachette et Cie.

STRUİK, D. J. (1981), «Mathematics in the early part of the Nineteenth Century». A: MEHRTENS, H.; BOS H; SCHNEIDER, I. (ed.) *Social History of Nineteenth Century Mathematics*, Boston-Basel-Stuttgart, Birkhäuser, p. 6-20.

VERA, F. (1967), *Matemática*, Buenos Aires, Kapelusz [2^a edició (la 1^a edició és de 1960)].

WARNER, D. (1994), «Terrestrial Magnetism: For the Glory of God and the Benefit of Mankind», *Osiris*, 9, p. 67-84.

LA MATEMÀTICA COM A EINA ESSENCIAL PER A HEAVISIDE

Eduard Recasens Gallart

Matemàtica Aplicada III. Universitat Politècnica de Catalunya.

Paraules clau: *Heaviside, càlcul operacional, matemàtica experimental, matemàtica pura.*

Mathematics as an essential tool for Heaviside

Summary: *Heaviside introduces his operational calculus to enable him to solve ordinary differential equations which come out of the theory of electrical circuits. For Heaviside Mathematics is a great tool for discovery in Physics, he considers Mathematics as an experimental science.*

Key words: *Heaviside, operational calculus, experimental mathematics, pure mathematics.*

Oliver Heaviside (Londres, 1850-Paington, 1925) procedeix d'una família amb pocs recursos econòmics. Va a l'escola fins als 16 anys i no segueix estudis superiors. Una germana de la mare de Heaviside es casa amb el professor Ch. Wheatstone, del King's College de Londres. Sota la influència de Wheatstone, Heaviside, amb 18 anys, entra a treballar com a operador telegrafista a la Companyia de Telègrafs anglodanesa, a una oficina situada a Newcastle. Li agrada la feina i té un bon sou; no obstant això, als 24 anys la deixa. A Heaviside l'atrau enormement el món de l'electricitat i el magnetisme i vol llegir tot allò que tracti sobre aquest tema, però necessita temps, sobretot després de la gran troballa: el recent publicat *Tractat sobre electricitat i magnetisme* (1873), de J. C. Maxwell. El text que segueix són paraules seves, que va escriure en una carta datada el 1918:

Recordo de quan jo era jove la meva primera trobada amb el gran *Tractat* del Maxwell. Fins llavors no s'havia escrit una teoria lligada i completa, sinó que només es trobaven coses disperses; jo m'esforçava per entendre l'electricitat enmig d'una gran foscor. Quan vaig veure a la taula de la llibreria el treball que Maxwell havia publicat feia poc, em vaig posar a fullejar-lo i vaig quedar sorprès. Vaig llegir-ne el prefaci i l'últim capítol, i alguns trossos més d'aquí i d'allà; sentia que era una cosa gran, i amb moltes possibilitats d'obrir noves perspectives. Vaig decidir que l'estudiaria i, tot seguit m'hi vaig posar. Jo era molt ignorant. No tenia cap coneixement d'anàlisi matemàtica i a l'escola només havia après àlgebra bàsica i trigonometria, disciplines que ja havia oblidat, cosa que em deixava fora de combat. Després d'alguns anys vaig arribar a entendre d'aquell llibre tot allò que, amb la formació que tenia, jo era capaç d'en-

tendre. A partir d'aquí vaig decidir deixar el llibre de Maxwell i seguir el meu propi curs, i aleshores va ser quan vaig començar a progressar amb molta més rapidesa.

En aquest fragment cal destacar dues coses:

1. La decisió de Heaviside d'investigar per ell mateix sobre l'electricitat i el magnetisme. Tota la seva vida serà un autodidacte.
2. Heaviside s'adona que els seus coneixements matemàtics són pràcticament nuls per a la tasca que pensa emprendre.

Per a Heaviside la matemàtica serà una eina essencial per a poder entendre l'obra de Maxwell i per a les seves investigacions electromagnètiques. Quan no trobi en els llibres allò que necessita, ell mateix ho crearà, ja sigui amb rigor o sense: això per a ell no compta. L'important és que aquell nou símbol, aquell nou mètode, funcioni, i això vol dir que els resultats que n'obtingui matemàticament concordin amb l'experiència. Ell mateix ens diu que la seva matemàtica és una matemàtica experimental. A Heaviside no l'ajuda en les seves investigacions una matemàtica abstracta sense significació immediata en el camp de l'electromagnetisme. Per a ell, els símbols han de representar càrregues elèctriques, corrents elèctrics, impedàncies, capacitàncies, etc., i quan ell defineix un nou concepte, aquest ha de tenir les propietats que es volen observar del fenomen que representa. Per exemple, Heaviside necessita expressar que a partir d'un cert moment hi ha una certa càrrega Q , però que abans d'aquest moment aquesta càrrega no hi era. Per a això introdueix el símbol $\mathbf{1}$, que no és el número 1, sinó una funció temporal que per $t < 0$ val 0 i que per $t > 0$ val 1. Llavors, el producte $\mathbf{1} \cdot Q$ representarà la càrrega del circuit a partir de $t > 0$ (aquest $\mathbf{1}$ s'anomena avui *funció de Heaviside*, i es representa per la lletra H).

Quan necessita calcular la taxa de variació de Q en l'instant inicial, necessita donar un significat a la taxa de variació d' $\mathbf{1}$, i això el porta, després d'un raonament físic, a dir-nos (en les seves paraules): «p $\mathbf{1}$ means a function of t which is wholly concentrated at the moment $t = 0$, of total amount 1. It is an impulsive function, so to speak» (Heaviside, 1971, vol. II, p. 55) (p significa per a Heaviside la derivada respecte del temps).¹

La tasca matemàtica de Heaviside es troba principalment reunida en dues obres —*Electrical Papers* (1892) i *Electromagnetic Theory*, vol. I (Londres, 1893), vol. II (Londres, 1899), vol. III (Londres, 1912)— les quals recullen la majoria dels seus articles.

Quan Heaviside ha de resoldre l'equació diferencial

$$L \frac{dc}{dt} + Rc = E \quad (1)$$

1. L'any 1926, P. Dirac, en la seva formulació de la mecànica quàntica, introduirà la funció $\delta(t)$ definida per les següents condicions matemàticament impossibles:

$$\delta(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t \neq 0 \\ \infty & \text{si } t = 0 \end{cases} \quad \text{i} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

amb la propietat que per a qualsevol funció contínua $\varphi(t)$ es compleix que

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) \varphi(t) dt = \varphi(0)$$

corresponent a un circuit que conté una resistència R , una impedància L en sèrie i que a partir d'un cert moment actua una fem E (constant),² ell voldria poder treballar l'equació (1) algebraicament (així ho pot fer quan només hi ha R , llei d'Ohm: $Rc = E$), el problema és com treballar algebraicament amb la derivada. L'artifici que utilitza és anomenar p al fet de derivar respecte el temps i transformar l'equació diferencial (1) en l'equació algebraica

$$Lpc + Rc = E$$

on p juga el paper d'un coeficient algebraic. D'aquesta manera l'equació diferencial (1) es transforma simbòlicament amb l'equació algebraica

$$(Lp + R)c = E \quad (2)$$

d'aspecte equivalent a la llei d'Ohm. Per Heaviside l'expressió simbòlica $Lp + R$ és anomenada *operador de resistència*.³ De (2) resulta l'expressió operacional del corrent c

$$c = \frac{E}{Lp + R}$$

i ara el problema matemàtic és el de calcular l'expressió temporal del corrent c .

Heaviside continua pensant en termes algebraics (però ara d'àlgebra infinita), com que $\frac{1}{1+x} = 1 - x + x^2 - x^3 + \dots$ (3), escriurà

$$\frac{1}{Lp + R} = \frac{1}{Lp} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R}{Lp}} = \frac{1}{Lp} \left(1 - \frac{R}{Lp} + \frac{R^2}{L^2 p^2} - \frac{R^3}{L^3 p^3} + \dots \right) \quad (4)^4$$

Aquest desenvolupament en potències decreixents fa que Heaviside hagi de donar un significat als operadors $\frac{1}{p}, \frac{1}{p^2}, \frac{1}{p^3}$.

(Per Heaviside la E de (1) és $1 \cdot E$, tot i que Heaviside no ho sol escriure explícitament). Llavors defineix

$$\frac{1}{p} 1 = \int_0^t 1 dt = t, \quad \frac{1}{p^2} t = \frac{1}{p} \left(\frac{1}{p} t \right) = \int_0^t t dt = \frac{t^2}{2}, \text{ etc.}$$

I d'aquesta manera calcula $c(t)$:

2. $c(t)$ indica per a Heaviside el corrent elèctric. Avui s'anomena intensitat $i(t)$.

3. Aquesta idea de Heaviside de definir «resistències generalitzades» per tal d'aconseguir expressions algebraicament equivalents a la llei d'Ohm és clarament una idea que trasllueix la seva mentalitat matemàtica.

4. A Heaviside no el preocupa el fet que l'expressió (3) sigui una sèrie numèrica amb convergència per $|x| < 1$ ni el sentit que pugui tenir la sèrie simbòlica (4).

$$\frac{1}{Lp+R} = \frac{1}{Lp} \left(1 - \frac{R}{L}t + \frac{R^2}{L^2} \frac{t^2}{2} - \frac{R^3}{L^3} \frac{t^3}{3!} + \dots \right) = \frac{1}{L} \int_0^t e^{-\frac{R}{L}t} dt = \frac{1}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

$$c(t) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

Heaviside mira què passa quan el desenvolupament (4) és en potències creixents de p

$$\frac{1}{Lp+R} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{1 + \frac{Lp}{R}} = \frac{1}{R} \left(1 - \frac{Lp}{R} + \frac{L^2p^2}{R^2} - \frac{L^3p^3}{R^3} + \dots \right)$$

llavors resulta

$$c(t) = \frac{E}{R}$$

D'aquí treu, com a conseqüència, que el desenvolupament en potències creixents dóna la solució temporal per $t \rightarrow \infty$.

Aquesta manera de treballar de Heaviside exaspera els matemàtics més puristes de Cambridge, els quals li neguen la publicació de la tercera part de la seva teoria d'operadors simbòlics als *Proceedings* de la Royal Society. W. Burnside, que n'era el «referee», va escriure que els resultats de Heaviside podien ser certs o no ser-ho, però que el camí seguit per obtenir-los feia que no tinguessin cap valor.

Heaviside se sent decebut per aquest rebuig oficial i, al llarg de la seva vida, criticarà durament el purisme de Cambridge. Per exemple, el 1894 escriu:

I suppose all workers in mathematical physics have noticed how the mathematics seems made for the physics, the latter suggesting the former... This is really the case with resistance operators. It is a fact that their use frequently effects great simplifications and the avoidance of complicated evaluations of definite integrals. But then the rigorous logic of the matter is not plain! Well, what of that? Shall I refuse my dinner because I do not fully understand the process of digestion? No, not if I am satisfied with the result. (Heaviside, 1971, vol. II, p. 9)

Els tres volums d'EMT estan plens de substanciosos comentaris de Heaviside sobre la matemàtica pura i la matemàtica aplicada (i també sobre l'ensenyament de la matemàtica), tots ells plens d'una mordaç ironia. A la introducció a l'EMT I hi ha deu pàgines sota el títol *On the nature of Anti-Mathematicians and of Mathematical Methods of Enquiry*. Aquí ironitza sobre tots aquells que neguen la utilitat de la matemàtica com a eina per al descobriment. Heaviside diu que aquests solen dir que en comptes de perdre el temps fent matemàtiques valdria més construir dinamos més potents, i Heaviside replica que qui no té talent per a les matemàtiques ja fa bé en dedicar el seu temps a fer coses més útils com ara construir dinamos més potents. I més endavant diu que Newton i tots els seus seguidors es van ajudar de les matemàtiques en els seus descobriments, però afegeix: «Jo no puc dir res dels matemàtics purs».

Altres paràgrafs d'EMT II porten els següents títols:

Mathematics is an Experimental Science

Rigorous Mathematics is narrow, Physical Mathematics bold and broad

Physical Problems lead to improved Mathematical Methods

«*Mathematics-and Mathematics*». Remarkable phenomenon

Essencialment, el mètode operacional de Heaviside consisteix a reduir les equacions diferencials a una expressió simbòlica del tipus

$$Z(p) c(t) = E(t)$$

Una mena de llei d'Ohm generalitzada on $Z(p)$ és funció de p i p representa la derivació respecte de t (i a vegades la derivació parcial respecte de t , o bé la derivació respecte d'una altra variable). $Z(p)$ és anomenat *operador de resistència* i el problema és sempre el de calcular $[Z(p)]^{-1}$ i així poder aïllar $c(t)$, de manera que

$$c(t) = [Z(p)]^{-1} E(t)$$

i per fer-ho utilitza els desenvolupaments en sèrie de potències del símbol p (convergent o divergent).

En el cas concret en que $[Z(p)]^{-1}$ és una funció racional de p , Heaviside troba una fórmula que permet resoldre els sistemes d'equacions diferencials lineals amb coeficients constants sense haver de calcular cap integral: és el que ell anomena *Fórmula d'Expansió*, i que diu el següent:

Si $c = \frac{N(p)}{D(p)} E$, on $N(p)$ i $D(p)$ són polinomis en p , tals que el grau de $N(p)$ és menor que el grau de $D(p)$, $D(p) = (p - \lambda_1) \cdot \dots \cdot (p - \lambda_r)$ i cap arrel λ_i és nul·la, llavors

$$c(t) = \left[\frac{N(0)}{D(0)} + \sum_{i=1}^r \frac{N(\lambda_i)}{\lambda_i D'(\lambda_i)} e^{\lambda_i t} \right] E$$

Extrapolant aquest resultat, Heaviside l'aplica amb èxit a altres tipus d'equacions, com és el cas de l'equació de conducció de la calor

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = RS \frac{\partial V}{\partial t} \quad V(0, t) = E, \quad V(l, t) = 0$$

on, escrivint $\frac{\partial}{\partial t} = p$, $q^2 = RS p$, $s^2 = -q^2$ i després d'una sèrie de càlculs, obté l'equació operacional en s simbòlica:

5. D' indica la derivada respecte de p i la *fórmula d'expansió* de Heaviside és vàlida si $c(0) = 0$. A *Electrical Papers* hi ha dues demostracions d'aquest resultat; la primera, que és la que el va portar al descobriment de la fórmula, és de caràcter físic, i la segona té un caràcter algebraic: utilitza la descomposició en fraccions simples i aplica desenvolupaments en sèrie (veure Lützen).

$$V = \frac{\sin [s(1-x)]}{\sin sl} E$$

però ara $Z(s)$ ja no és una funció racional, sinó transcendent, amb infinits zeros al denominador.

En la resolució de problemes relacionats amb la generació d'una ona de difusió (telegrafia, telefonia) es troba amb desenvolupaments en sèrie en els quals les potències de p són fraccionàries (Heaviside, 1971, vol. II, p. 286). Llavors la qüestió és saber què significa $p^{1/2}$.

Heaviside no dona cap definició conceptual de derivada fraccional, sinó que li atribueix un valor a partir de la comparació de dues resolucions d'un mateix problema físic (difusió de la calor en una barra). En un cas aplica el mètode de Fourier i en l'altre els seus desenvolupaments simbòlics, i així arriba a les dues formulacions següents:

$$C_0 = \left(\frac{Sp}{R} \right)^{1/2} V_0 \quad \text{i} \quad C_0 = \left(\frac{S}{R\pi t} \right)^{1/2} V_0$$

conclou que a fi que coincideixin cal definir l'acció de l'operador simbòlic $p^{1/2}$ sobre $\mathbf{1}$ mitjançant la igualtat

$$p^{1/2} \mathbf{1} = (\pi t)^{-1/2} \quad (\text{Heaviside, 1971, vol. II, p. 35})^6$$

El punt que més va irritar els matemàtics de Cambridge va ser l'ús indiscriminat que Heaviside feia de les sèries divergents. Durant el segle XVIII els matemàtics havien utilitzat sèries divergents per a calcular valors aproximats de les funcions, però, durant la primera meitat del segle XIX, el rigor encetat per Bolzano, Cauchy i Weierstrass va proscriure'n el seu ús, ja que no hi havia una teoria formalitzada d'aquestes. Heaviside escriu al respecte: «Haig de dir unes poques paraules sobre la diferenciació generalitzada i les sèries divergents... No és fàcil despertar cap entusiasme una vegada que els 'puristes' han refredat tot aquest assumpte... En el futur hi haurà d'haver una teoria que inclogui les sèries convergents i divergents en un tot harmoniós.» (Cooper, 1952, vol. 36, p. 5-19).⁷

Els operadors simbòlics són per a Heaviside una eina essencial per al descobriment, i n'aprèn el seu ús i les seves propietats a mesura que va resolent problemes de tecnologia elèctrica. Aquestes tècniques de resolució d'equacions diferencials lineals amb coeficients constants per via de la substitució $D = \frac{d}{dt}$ havien estat investigades i utilitzades, entre d'altres

6. A la pàgina 287 d'EMT II, torna a deduir el valor de $p^{1/2}$ a partir de l'extensió d'Euler del factorial $(-1/2)!$ mitjançant la funció Gamma:

$$\left(-\frac{1}{2} \right)! = \Gamma \left(\frac{1}{2} \right) = \sqrt{\pi}. \text{ Com que } \frac{d^m}{dt^m} t^n = \frac{n!}{(n-m)!} t^{n-m} \text{ (per } n > m, m \text{ i } n \text{ naturals)}$$

Heaviside extrapola i aplica aquesta igualtat a $m = 1/2$ i $n = 0$, llavors $\frac{d^{1/2}}{dt^{1/2}} t^0 = \frac{0!}{\left(-\frac{1}{2} \right)!} t^{-1/2}$, d'on conclou que $p^{1/2} \mathbf{1} = (\pi t)^{-1/2}$.

7. A finals del segle XIX Poincaré diu de les sèries asimptòtiques que són aquelles que, sent divergents, donen aproximacions útils en el càlcul de funcions.

tres, per Cauchy (1827), i, més tard, a Anglaterra, en el període comprès entre 1830 i 1860, per Gregory i Boole.⁸ El fet és, però, que es va anar perdent l'interès per estudiar aquests operadors simbòlics ja que no es trobava una teoria que en rigoritzés el seu ús. Va ser precisament degut als èxits obtinguts per Heaviside en aplicar-los a la resolució de problemes relacionats amb circuits elèctrics i de transmissió de senyals que, a partir de la segona dècada del segle XX, es renovés l'interès per part dels matemàtics i dels enginyers per cercar «quelcom» que permetés «legalitzar-los» matemàticament. En aquesta línia d'investigació hi treballà el matemàtic anglès T. J. Bromwich, el qual, utilitzant tècniques d'integració en el camp complex, acabà trobant els resultats que Heaviside havia descobert experimentalment. (Bromwich, 1916, vol. 15, p. 401-448). L'any 1919, Bromwich escriu una carta a Heaviside on li diu que considera la seva manera (referint-se a Heaviside) de treballar amb els operadors com la més útil per a l'enginyer, i que la introducció de les integrals de contorn servirien per convèncer els més puristes dels matemàtics que el p-mètode té un fonament matemàtic sòlid. Heaviside, des de Paington li contesta que s'alegra que, per fi, algú que és matemàtic s'adoni de la importància del càlcul operacional, però li aconsella que no es preocupi més de convèncer els «caps de fusta» dels rigoristes, i afegeix que, com diu Lord Rayleigh, «la lògica és l'última cosa de què hom s'ha de preocupar».

A partir de 1920 comencen a aparèixer una gran quantitat d'articles escrits per enginyers, físics i matemàtics sobre càlcul operacional. El llibre de J. R. Carson *Electric Circuit Theory and the Operational Calculus* (1926) tingué una gran difusió. En el mètode de Carson la solució $h(t)$ d'una certa equació diferencial s'obtenia com a solució de l'equació integral

$$f(p) = p \int_0^{\infty} h(t) e^{-pt} dt \quad (5)$$

i pel mètode de Bromwich

$$h(t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \frac{f(p)}{p} e^{pt} dp \quad (6)$$

El 1927 H. W. March (March, 1927, vol. 33, p. 311-318) s'adona que la $h(t)$ de la fórmula (6) de Bromwich és solució de l'equació integral (5) de Carson. O sigui que (5) i (6) són inverses una de l'altra.

Van der Pool, enginyer de la Philips Gloeilampenfabrikken d'Holanda fou el primer que utilitzà el llenguatge de transformades per donar una versió matemàtica de la teoria d'operadors de Heaviside (mirant la igualtat (5) es diu de $f(p)$ que és la transformada Carson de $h(t)$) (Pol, 1929, vol. 7, p. 1153-1162): donada l'equació diferencial en t es transforma mitjançant (5) en una equació algebraica en p , la qual, una vegada resolta, s'ha de buscar quina és la seva antitransformada. Van der Pool va elaborar taules on figuraven diverses funcions i les seves transformades Carson que van ser de gran utilitat per a l'enginyeria.

Cal dir que el mètode de transformades integrals per resoldre equacions diferencials i equacions integrals havia estat aplicat pel matemàtic alemany G. Doetsch, sense tenir per motivació la rigorització del càlcul operacional de Heaviside. El 1937 escriu l'obra *Theorie*

8. Heaviside cita el llibre de Boole: *Treatise on differential equations*, Cambridge, 1859.

und Anwendung der Laplace-Transformation, en la que figura la fórmula de transformació integral

$$f(p) = \int_0^{\infty} h(t) e^{-pt} dt$$

fórmula que Laplace ja havia utilitzat anteriorment.⁹

A partir del 1925 una part significativa de les publicacions matemàtiques estaven dedicades a l'elaboració de teories sobre càlcul operacional. La tècnica essencial era la d'utilitzar transformacions integrals (Carson, Laplace, Mellin, Fourier...), però n'hi hagué d'altres que seguiren un camí de tendència marcadament algebraica: Teoria de Paul Lévy (1926), Teoria de Mikusinski (1950). Destaca la Teoria de Distributions creada el 1945 per L. Schwartz, on hi trobem una definició rigorosa de la δ de Dirac.

El meu dubte és si totes aquestes teories rigoroses del càlcul operacional construïdes des de la matemàtica pura (Lévy, Mikusinski, Schwartz...), haurien servit a Heaviside per resoldre aquella gran quantitat de qüestions sobre circuits elèctrics i difusió de senyals que es poden trobar en els seus llibres, ja que les conceptualitzacions elaborades des de la matemàtica pura solen ser d'una abstracció tal que poden fer perdre de vista a l'enginyer les entitats de què tracta. La matemàtica pura està formada per sistemes teòrics d'una gran perfecció i, sense cap mena de dubte, són part essencial del coneixement humà; però si haig de pensar la matemàtica com a eina de treball per al científic o l'enginyer, penso més en la manera de fer de Heaviside, Fourier, Euler, Newton, Huygens, Wallis, Stevin, Cardano, Leonardo da Vinci, Regiomontano, Oresme...

En aquesta comunicació no he fet esment de tota una altra part de la matemàtica de Heaviside: la del càlcul vectorial per ell construït amb la intenció de fer més còmode la lectura del llibre de Maxwell, que tant valorava. En aquest tema Heaviside tornarà a entrar en conflicte amb els matemàtics, si bé aquest cop, però, no serà pas per falta de rigor, sinó per ser un «destructor» de la unitat quaterniònica, cosa que ferirà profundament la sensibilitat del matemàtic G. Tait.

Els quaternions creats per Hamilton (1843) són expressions del tipus $a + bi + dj + dk$ on a, b, c i d són nombres reals i i, j i k són unes entitats imaginàries amb una regla de producte convenient

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1 \quad ij = -ji = k \quad jk = -kj = i \quad ki = -ik = j$$

per tal que el conjunt resulti un cos de nombres (un cos no commutatiu).

L'àlgebra de quaternions avui no pot sorprendre a cap estudiant de física o de matemàtiques que hagi fet un curs d'àlgebra abstracta, però al segle XIX VA representar una autèntica revolució. Es tractava d'uns nombres amb representació quadridimensional, a més d'un producte no commutatiu. D'altra banda, els dos textos de Hamilton sobre quaternions eren de difícil lectura (amb reflexions metafísiques i comentaris lingüístics inclosos). G. Tait, company professional de Hamilton, fou el gran defensor i divulgador d'aquesta teoria de quaternions, i fou precisament amb Tait amb qui Heaviside s'enfrontà. Sota el punt de vista de la

9. G. Doetsch criticà durament la manera de fer de Heaviside i arribà a dir que el fet que Heaviside obtingués resultats correctes no era més que una casualitat. (vegis LÜTZEN, p. 186).

matemàtica pura, el quaternió és una entitat de gran bellesa, però a Heaviside no li fou útil com a eina per a representar les entitats electromagnètiques i, per això, i inspirant-se en la teoria quaterniònica, elaborà un càlcul vectorial (que és el que avui dia trobem als llibres d'electricitat i magnetisme).¹⁰

La versió vectorial del *Treatise* de Maxwell es deu a Heaviside i, una vegada més, Heaviside se serveix de la matemàtica com a eina essencial, però no se serveix pas precisament dels quaternions de Hamilton, eina construïda dins la matemàtica pura.

Les «eines» matemàtiques que han estat essencials en el desenvolupament de la ciència i la tecnologia no solen ser, en la seva gènesi, resultats de teories elaborades en el si de la matemàtica pura, sinó que són aquelles que, amb rigor o sense, s'han anat construint al costat del problema científic o tecnològic a resoldre.

Més endavant s'han pogut elaborar teories abstractes de matemàtica pura que ho engloben tot, i a vegades els científics i els enginyers s'han servit d'aquestes teories, però d'altres vegades, quan la formulació abstracta amaga la gènesi del concepte, la teoria pura sol representar per l'enginyer i el científic una base de legalitat que li permet continuar treballant amb les eines genuïnes —tal vegada poc rigoroses— però que són més properes als objectes que tracta. Un exemple il·lustratiu el trobem amb la δ de Dirac.² Avui dia, els textos bàsics de l'enginyeria i de la física es continuen definint a la manera de Dirac, tot i que és una definició matemàticament impossible i que Schwartz en va donar una de rigorosa el 1945. Schwartz defineix una *distribució* com un funcional lineal i continu sobre l'espai vectorial Ω de les funcions reals infinitament derivables i de suport compacte, i llavors la δ de Dirac s'identifica amb una distribució, aquella que a cada funció φ de Ω li assigna el seu valor a l'origen.

La funció H de Heaviside també es pot interpretar com una distribució, és aquella \tilde{H} que per cada φ de Ω , $\tilde{H}\varphi = \int_{-\infty}^{+\infty} H\varphi$ i llavors, Schwartz, definint de manera formal un nou concepte de derivació per a les distribucions, acaba demostrant que la derivada de H pensada com a distribució és la distribució δ .¹¹

D'aquesta manera, Schwartz ha aconseguit rigoritzar la definició de Dirac (o de Heaviside). Ara però, amb aquesta rigorització s'ha perdut el seu significat físic i es fa difícil d'interpretar la δ de Schwartz com una eina matemàtica útil per a la resolució de problemes mecànics o elèctrics que tractin amb forces o tensions de gran magnitud que actuen durant un temps molt curt.

10. Podeu trobar una elegant exposició de tot aquest procés que va dels quaternions als vectors a M. DONCEL, 1984, *Orígens físics de l'anàlisi vectorial*, conferència que forma part del cicle «El desenvolupament de les matemàtiques al segle XIX», Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, «Arxius de la secció de Ciències», LXXV.

11. Si T és una distribució, la seva derivada T' és la distribució que a cada funció φ de Ω li fa correspondre $-T\varphi'$. Llavors:

$$\tilde{H}'\varphi = -\tilde{H}\varphi' = -\int_{-\infty}^{+\infty} H\varphi' = -\int_0^{\infty} \varphi' = \varphi(0) = \delta\varphi$$

Per tant, $\tilde{H}' = \delta$.

Bibliografia

- BROMWICH, T. J. (1916), «Normal Coordinates in Dynamical Systems», *Proc. London Math. Soc.*, 15, p. 401-448.
- COOPER, J. L. B. (1952), «Heaviside and the operational calculus», *Mathematical Gazette*, 36, p. 5-19.
- GILLESPIE, C.C. (1981), *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Scribner's Sons, Nova York.
- HEAVISIDE, O. (1970), *Electrical Papers*, Chelsea Publishing Company, Nova York.
- HEAVISIDE, O. (1971), *Electromagnetic Theory (EMT)*, Chelsea Publishing Company, Nova York.
- LÜTZEN, J. (1979), «Heaviside's operational calculus and the attempts to rigorise it», *Archive for History of Exact Sciences*, 21, 2, p. 161-200.
- MARCH, H. W. (1927), «The Heaviside Operational Calculus», *Bull. Amer. Soc.*, 33, p. 311-318.
- POL, Van der, (1929), «A simple Proof and an Extension of Heaviside's Operational Calculus», *Phil. Mag.*, 7, p. 1153-1162.
- SCHWARTZ, L. (1969), *Métodos matemáticos para las ciencias físicas*, Madrid, Selecciones científicas.

IMPLICACIONS MATEMÀTIQUES D'ESDEVENIR MUSULMÀ: CÀLCULS PER A LA PRÀCTICA RELIGIOSA

Mònica Rius

Universitat de Barcelona

Paraules clau: *astronomia àrab, etnoastronomia, al-Andalus, Magrib, edat mitjana.*

Mathematics implications to become Muslim: calculation for religious purposes

Summary: *Religion and astronomy had interacted in Islam during the Middle Ages. Calculation was necessary to religion and contributed to the development of trigonometry. Nevertheless, mathematics were excessively complicated, and approximate methods became more popular.*

Key words: *Arabic astronomy, ethnoastronomy, al-Andalus, Maghrib, Middle Ages.*

1. Introducció

Pel que fa a l'aplicació pràctica de les matemàtiques, un dels casos que més crida l'atenció és el de l'islam. Orientar-se cap a una determinada direcció durant la pregària o determinar les hores d'oració no són pas trets exclusius d'aquesta religió (recordem que, de fet, també les esglésies havien d'encarar-se cap a Jerusalem), però el que sí es pot afirmar és que les necessitats rituals dels musulmans significaren un impuls determinant per a l'estudi matemàtic, especialment en el camp de la trigonometria.

Primer, però, cal parar esment en dos termes: àrab i islam. Es pot parlar de ciència àrab tot i que bona part dels erudits no fossin àrabs en el sentit ètnic del terme, ja que aquest idioma, convertit en la llengua de prestigi —i, per tant, de producció científica—, va ser un factor essencial d'arabització. D'altra banda, tampoc cal oblidar que alguns protagonistes de la història de la ciència àrab foren arabòfons no musulmans (Qusṭā b. Lūqā,¹ per exemple, era d'origen cristià).

El segle IX representà un dels moments àlgids en la producció científica araboislàmica. El califa abbàssida al-Ma'mūn (197-217H/813-833C) va impulsar l'anomenada *Casa de la Saviesa (Bayt al-Hikma)*, el centre d'estudis més rellevant de l'edat mitjana, on es dugué a terme una important tasca científica en camps tan diversos com l'astronomia, les matemàtiques o

1. Les transliteracions de noms i paraules àrabs s'han fet seguint la normativa establerta a la *Gran Enciclopèdia Catalana* (Barcelona, 1970, II, p. 321).

la geografia. Prèviament, s'havia emprès la labor de traducció de les obres científiques dels clàssics grecs, siríacs, perses i hindús. Així, doncs, hom podia llegir en àrab les obres més importants d'Euclides, Arquimedes, Apol·loni o Ptolomeu, d'entre els científics grecs, o també aportacions hindús com el *Brahmasphutassiddhānta* (*Sindhind* en àrab) de Brahmagupta (s. VII). Bagdad era la capital d'un imperi de dimensions descomunals (des de la península Ibèrica fins a l'Índia): aquesta ciutat es convertí en el centre neuràlgic que recollia el llegat de les civilitzacions anteriors. Però no només es traduïren els manuscrits forans, sinó que tot aquest material va ser reelaborat i va permetre als estudiosos musulmans desenvolupar una ciència autòctona de gran qualitat que, poc després, va començar a exportar-se fins a les regions més apartades.

En aquest context, cal explicar la raó per la qual la trigonometria va ser un dels camps més afavorits, que va créixer al servei de la ciència reina, l'astronomia. La potenciació d'aquesta matèria per part dels califes no va ser gens casual. L'estudi de l'astronomia era necessari per tal d'exercir l'astrologia (astronomia i astrologia eren termes sinònims a l'edat mitjana). Tanmateix, elaborar un horòscop era una activitat que, tot i ser àmpliament exercida, no deixava de ser rebutjada per alguns sectors, en tant que era contrària a l'ortodòxia islàmica. Acomplir les prescripcions alcoràniques d'una manera precisa, però, també exigia l'estudi de la mateixa disciplina. De fet, la religió va fer néixer una nova especialitat de l'astronomia, l'anomenada *'ilm al-mīqāt*. La importància d'aquesta branca era tal que va provocar, al seu torn, l'aparició d'un nou ofici: el *muwaqqit* (o *mīqātī*), és a dir, l'astrònom encarregat de determinar les hores d'oració, la visibilitat del creixent i la direcció de l'alquibla (direcció de La Meca). Aquesta sortida laboral va oferir a alguns científics (fins i tot de primera categoria) la possibilitat de guanyar-se la vida sense renunciar a l'estudi dels planetes.

L'islam representa un cas d'interrelació claríssima de ciència i societat: lluny de ser practicades per una elit situada fora de la comunitat, les matemàtiques eren necessàries per a tots els musulmans. Les dues grans celebracions rituals, per exemple, impliquen càlculs. La «festa gran» (*'īd al-kabīr*), coneguda també com «festa del xai» o «festa del sacrifici», que se celebra el dia 10 de *dū-l-ḥiǧǧa* —mes de la peregrinació—, inclou l'ofrena d'un animal, per a la qual cosa conèixer l'alquibla és indispensable. La «festa petita» (*'īd al-ṣaġīr*) té lloc durant la nit de l'1 de *šawwāl*. En aquest cas, saber quan es dona la primera visibilitat del creixent és essencial, perquè la festa té com a motiu donar per acabat el període de dejuni que s'ha fet en el transcurs del mes anterior, el ramadà. A més a més, com que la prohibició de menjar afecta només les hores del dia, resulta bàsic calcular l'instant precís a partir del qual cada nit es pot començar a menjar. Com que el calendari islàmic és lunar, les hores de dejuni variaran periòdicament, segons el mes de Ramadà «caigui» a la primavera, a l'estiu, a la tardor o a l'hivern.

Una altra aplicació de les matemàtiques derivada de la llei islàmica es troba a l'*'ilm al-farā'id*, que s'ocupa de la repartició de les herències. En aquest cas, suposà un desenvolupament de les operacions amb fraccions decimals i sexagesimals.

2. Trigonometria

S'ha fet esment de com un dels temes més estudiats va ser la trigonometria. El seu origen, tot i que discutit, sembla purament àrab. En les produccions del grup d'astrònoms que treballaven al servei d'al-Ma'mūn, Yahyà b. Abī Manšūr (m. c. 217H/832C) i els seus coetànis Ḥabaš al-Ḥāsib i al-Ḥwārizmī (c.183/800-c.232/847), s'empren la tangent ($R=60$), les co-

tangents ($R=12$) i, tal vegada, la secant i la cosecant. Tots aquests conceptes, però, no varen difondre's d'una manera ordenada —ni excessivament ràpida—, i és freqüent que autors posteriors utilitzin diversos valors del radi (12, 60, 120, 150) fins i tot dins d'una mateixa obra. Podem dir, sens dubte, que l'entrada definitiva de totes aquestes funcions trigonomètriques a Europa es degué a l'obra de l'andalusí Azarquiel (m. 493/1100).

Al-Ĥwārizmī, precisament, va ser un dels màxims exponents dels matemàtics àrabs. Entre moltes altres coses, fou el creador d'una terminologia científica pròpia, la qual, mitjançant les traduccions llatines, ha arribat com a herència fins a l'actualitat. Citem només, com a exemples de tots coneguts, que del seu tractat titulat *Muḥtaṣar fī ḥisāb al-ğabr wa-l-muqābala* en deriva el terme *àlgebra*, mentre que el seu nom es troba a l'arrel d'«algorisme».

Una altra figura essencial va ser al-Battānī (l'Albategnius dels llatins, mort el 317/929). Les seves taules astronòmiques eren conegudes a al-Àndalus ja des del segle IX. Els traductors llatins en varen fer dues versions: la de Robert Ketinensis (perduda) i la de Plató de Tívoli. Alfons X el Savi va encarregar, també, una traducció directa de l'àrab al castellà. Entre altres qüestions imprescindibles, al-Battānī va oferir la fórmula fonamental de la trigonometria esfèrica i la resolució de problemes trigonomètrics mitjançant la projecció ortogràfica.²

3. El calendari musulmà

Un fet que marca, òbviament, la vida quotidiana dels musulmans és el calendari. La revolució que va suposar aquesta religió oferí una nova visió del món, que va implicar, naturalment, l'inici d'una nova era. La data de fugida (*hiğra* = hègira) de Muḥammad des de la seva Meca natal cap a Medina va ser el punt de partida. Els astrònoms musulmans fan coincidir l'inici de la seva era amb la posta de sol del dia 14 (o 15) de juliol del 622 de l'era cristiana. En un context beduí, on el calendari agrícola no era fonamental, l'astre que marcà el ritme del pas del temps va ser la Lluna i no el Sol: els habitants de la península Aràbiga realitzaven força activitats durant la nit, fugint de la calor diürna. D'altra banda, una teoria cíclica de la història universal declarava que l'època que Muḥammad havia encetat era lunar.

L'any islàmic va quedar establert en 354 dies, tot i que la durada del mes sinòdic (29;31,50,07,00 dies) va motivar que, en aquest calendari, els mesos tinguessin una durada de 29 o 30 dies (6 de 29 i 6 de 30). També fou necessari un cicle intercalar del qual en fou responsable al-Battānī.

Cal tenir en compte, un cop més, que la Lluna era indispensable per als actes canònics, però també que estava relacionada amb l'astrologia, on les mansions o cases lunars són un element clau.

Com a dada curiosa s'observa que, des del moment en què el calendari és lunar, tots els eclipsis de Lluna es produiran a mitjans de mes (durant l'oposició), mentre que els de Sol tindran lloc a finals de mes (moment de la conjunció).

Finalment, el coneixement que els àrabs van adquirir dels diversos calendaris (solars, lunars, lunisolars), així com de les diferents eres (la del Diluvi o la d'Alexandre, entre d'altres), oferí a Occident una preciosa informació cronològica tant en el seu aspecte matemàtic com en l'històric.

2. Vernet (1978: 139-142).

3.1. Els mesos: establiment de la visibilitat de la Lluna

La base lunar del calendari ha provocat que els astrònoms musulmans estudiïn curosamment el moviment de la Lluna, ja que la primera visió del creixent després de la conjunció determina l'inici del mes. El dia civil també s'inicia amb la posta del Sol.

De manera anàloga als altres aspectes que es tractaran més endavant (hores d'oració i alquibla), l'activitat dels astrònoms resultava útil, ja que aquests compilaven taules per calcular la visibilitat de la lluna nova per a una determinada localitat. Ortodòxia (sunnisme) i xiïisme varen mostrar actituds ben diferents davant aquest problema. Mentre que la primera era més partidària de l'observació empírica, els xiïtes propiciaren la redacció de taules. Tot i que semblava simplificar la qüestió, l'observació del creixent tenia el gran inconvenient de dependre de factors tan imprevisibles com els fenòmens atmosfèrics, per exemple.

4. Les hores d'oració

Com és sabut, un musulmà ha de fer cinc oracions diàries. Ja des del segle II/VIII els moments d'aquestes pregàries varen quedar definits mitjançant l'Alcorà i el *ḥadīṭ* (tradicció islàmica). Són les següents: *zuhr*: al migdia, després que el Sol comenci a declinar; *ʿaṣr*: abans de la posta del Sol; *magrib*: a l'ocàs, durant el crepuscle vespertí; *ʿiṣā*: a la caiguda de la nit, durant la primera part de la nit; *ṣubḥ*: a l'aurora, abans de la sortida del Sol, durant el crepuscle matutí.

Aquestes pregàries han de realitzar-se dins uns intervals temporals que tenen els seus límits ben definits, però, com que per a determinar aquests moments es depèn de la posició aparent del Sol al cel en relació a l'horitzó local, variaran segons la latitud del lloc i el dia de l'any. La primera qüestió que era necessari establir, abans que res, era el significat precís d'alguns termes. Prenguem per cas el *magrib*, és a dir, el crepuscle: què significa concretament? El crepuscle astronòmic dura fins que el Sol arriba a situar-se 18° per sota de l'horitzó (1 h i 12' si 15°=1h), encara que els savis musulmans van adoptar la xifra mitjana de 17°. De la mateixa manera, per als astrònoms musulmans el *ṣubḥ* (o *faḡr*) comença quan el Sol està 19° per sota de l'horitzó.

En el cas d'al-Àndalus i el Magrib, es va determinar que el *zuhr* començava quan, després que el Sol hagués passat pel meridià local, l'ombra d'un objecte augmentava una quarta part la longitud del gnòmon ($1/4 n$) respecte al seu mínim al migdia; l' *ʿaṣr* començava quan l'increment de l'ombra era igual a la longitud del gnòmon (n) i acabava quan doblava aquesta longitud ($2n$); el *magrib* començava quan el Sol havia desaparegut per l'horitzó; mentre que l' *ʿiṣā* i el *ṣubḥ* s'iniciaven amb la caiguda de la nit i amb l'aurora, respectivament.

Com que la latitud, l'estació i les condicions meteorològiques intervenen en aquest procés, es van calcular calendaris i taules que havien de permetre als fidels acomplir les seves obligacions puntualment, tot i que caldria dubtar d'algunes de les observacions que foren utilitzades per a elaborar-los. Els calendaris, on constaven les dades astronòmiques relatives al culte per a tots els dies de l'any, no sembla que fossin elaborats per astrònoms, ja que les xifres que inclogueren no són gaire precises; de fet, a vegades semblen preses de fonts anteriors sense tenir en compte els canvis de latitud o altres variables. D'altra banda, les taules més pri-

mitives són senzills esquemes d'ombres que, també, potser es deuen al resultat d'una observació no gaire acurada, amanida amb els errors de copistes poc entesos.

Al-Ĥwārizmī va ser el primer astrònom conegut en elaborar unes taules que regules sin les hores diürnes d'oració. Lògicament, varen ser calculades per a la latitud de la capital, Bagdad. Les taules mostraven la longitud de l'ombra d'un gnòmon en els diferents moments del dia en el transcurs d'un any (en intervals de sis dies).

Al-Bīrūnī (362/973-c. 441/1050), per la seva part, va escriure un tractat sobre les ombres, on feia una extensa anàlisi de la qüestió.

Tot i que, com s'ha vist, ja es componien taules ideades per resoldre aquest problema des de molt abans, és a partir del segle XIII que trobem una gran activitat relacionada amb aquest tema. Alguns dels *muwaqqits* més importants foren: Abū-l-Ḥasan 'Alī al-Marrākuṣī (fl. 673-681/1275-1282), al-Mizzī (690-750/1291-1349), Ibn al-Šāṭir (704-777/1305-1375) o al-Ḥalīlī (fl. c. 766/1365).

Si el Sol era l'element bàsic per a determinar l'hora, el coneixement del calendari solar resultava molt útil per establir les hores d'oració; però això topava, a voltes, amb l'actitud tancada d'alguns estudiosos de la religió, que rebutjaven qualsevol altre sistema cronològic que no fos el calendari lunar utilitzat a l'islam.

Saber quan comença i acaba el dia és convenient durant el mes de Ramadà, com s'ha vist, ja que la llum solar marca l'inici i la fi del dejuni diari. Entre els diversos sistemes ideats amb aquesta finalitat, hi havia el d'encendre unes làmpades a les mesquites que cremaven durant tota la nit i que s'apagaven vint minuts abans de l'alba (*tafī*); aquest era un costum habitual al Caire. D'altra banda, també el muetzi fa una crida especial (*salām*) abans que surti el Sol, recordant a la gent l'obligació de començar el dejuni.

5. Determinació de l'alquibla

Orientar correctament una mesquita cap a La Meca exigeix, entre altres coses, la capacitat de solucionar un problema de trigonometria esfèrica. A més a més, resulta imprescindible, si es vol resoldre d'una manera acurada, conèixer les coordenades geogràfiques tant de La Meca com del lloc on s'hagi de fer l'oració. A les mesquites, la direcció de la pregària està marcada pel *miḥrāb*, per la qual cosa no és necessari cercar tothora l'orientació (si acceptem que l'establerta és correcta), però un fidel pot resar a casa seva, o bé trobar-se de viatge, per exemple. A més, és una direcció que cal tenir en compte a l'hora de fer les necessitats fisiològiques, enterrar algú o sacrificar animals.

Aquesta qüestió va atreure l'atenció dels científics que, ja des del segle III/IX, començaren a desenvolupar mètodes aproximats. Un cop més, al-Ĥwārizmī i al-Battānī varen ser els precursors. El primer va idear un sistema aproximat conegut a al-Àndalus (apareix citat als *Libros del saber de astronomía*, d'Alfons X). El mètode d'al-Battānī també va servir per elaborar unes taules on era possible trobar l'azimut de l'alquibla en funció de la diferència de longitud i latitud entre La Meca i una localitat determinada.

A partir del mateix segle III/IX comencen a aparèixer els primers procediments exactes gràcies a l'aplicació dels *analemma* (mètode que permet trobar, gràcies a construccions geomètriques en el pla, alguns arcs i angles que determinen un punt a l'esfera celeste), o del Teorema de Menelau: simbolitzen l'apropiació islàmica de l'herència grega. Al-Bīrūnī, però, va

ser el primer en cercar una solució emprant la nova trigonometria que els àrabs desenvoluparen (utilitza el teorema del sinus i la regla de les quatre quantitats). Fins al segle VII/XIII, però, no s'aplicarà l'analogia entre l'esfera terrestre i la celeste: Abū-l-Ḥasan 'Alī al-Marrākušī obtingué la direcció de l'alquibla en funció de l'altura, sobre l'horitzó local, del zenit de La Meca.

Tots aquests mètodes, tanmateix, no aconseguiren una aplicació molt àmplia. En realitat, els sistemes aproximats basats en l'astronomia popular i recomanats pels alfaquins tampoc no aconseguiren imposar-se del tot. El pes de la tradició, unes vegades, i la manipulació política d'altres, varen convertir la direcció canònica en un vertader trencaclosques.

6. Conclusions

La pràctica de la religió islàmica comporta tot un seguit de càlculs matemàtics. En el transcurs de l'edat mitjana l'estreta relació entre ciència i religió va ser un dels factors fonamentals a l'hora d'impulsar l'estudi de la trigonometria i de l'astronomia. En un primer moment (segles II/VIII-III/IX), es traduïren —especialment— les obres de grecs i hindús, a partir de les quals els àrabo-musulmans varen poder arribar a posicions més elaborades. Figures com les d'al-Ḥwārizmī, al-Battānī o al-Bīrūnī varen ser capdavanteres en la resolució de problemes que implicaven el coneixement de la trigonometria esfèrica.

Els procediments matemàtics, però, eren massa complicats per al comú de la població. Calcular, de manera acurada, l'inici del mes, l'hora d'oració o l'orientació de l'alquibla quedaven fora de l'abast de la majoria dels musulmans. Així doncs, va sorgir la figura de l'astrònom especialitzat en ciència religiosa, personatge que, mitjançant l'ús d'instruments (com l'astrolabi o el quadrant), era l'encarregat de resoldre aquestes qüestions per a la resta de la comunitat. Els juriconsults permetien, també, l'aplicació de l'astronomia popular, que bàsicament significava guiar-se amb les sortides i postes del sol o altres estrelles importants. Aquesta pràctica anava associada, sovint, a ulemes que no eren gaire partidaris de l'exactitud, adduint que la religió no havia de comportar dificultat. Davant les mateixes necessitats, doncs, trobem un ventall d'actituds. Des dels astrònoms puristes, partidaris dels càlculs exactes, que consideraven incorrecta qualsevol aproximació, fins a la d'alguns ulemes, que defensaven uns marges molt laxos pel que fa a la determinació de l'alquibla o les hores d'oració com a mesura de facilitar la pràctica religiosa als fidels. En definitiva, els càlculs matemàtics eren lloables, però no imprescindibles.

Bibliografia

- KING, D. A. (1979), «Qibla: sacred direction». A: *Encyclopédie de l'Islam* (nouvelle édition), Leiden-París, Brill-Maisonneuve; vol. v, p. 85-91.
- KING, D. A. (1996), «Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping». A: RASHED, R. (ed.), *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, Londres, Routledge; vol. I, p. 128-157.
- RIUS, M. (2000), *La alquibla en al-Andalus y al-Magrib al-Aqṣà*, Barcelona, Universitat de Barcelona.
- VERNET, J. (1978), *La cultura hispanoàrabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel.

MATEMÀTIQUES I MERCADERIA AL RENAIXEMENT

Vicent L. Salavert Fabiani

Institut d'Història de la Ciència i Documentació «López Piñero».
CSIC-Universitat de València

Paraules clau: *càlcul mercantil, formació de mercaders, Mediterrani, Renaixement.*

Trading and Mathematics in Renaissance

Summary: *At the end of Medieval Age, specially in the Mediterranean countries, witnessed profound social, economic and intellectual changes, among them a new spirit of mathematical enquiry supported by heightened awareness of mathematical applications in everyday life. Increased trade, demands for more efficient book-keeping and computation, the introduction of Hindu-Arabic numerals and a proliferation of printed material following the invention of movable type provoked the appearance of the first printed arithmetic books. The second one was the Summa de l'art d'aritmètica de Francesc de Santcliment (Barcelona, 1482).*

Key words: *commercial arithmetic, reckoning schools, Mediterranean countries, Renaissance.*

A l'Europa moderna, les condicions de desenvolupament de les matemàtiques, i en concret de l'aritmètica, estigueren estretament vinculades a les necessitats provinents d'una activitat comercial i financera cada cop més complexa, que venien arrossegant-se des del període baixmedieval i que es precipitaren arran de l'expansió ultramarina. Cada cop fou més palesa la necessitat de comptar amb noves formes organitzatives de l'activitat mercantil, les quals comportaven progressos en la comptabilitat i els sistemes de crèdit, procediments que ja eren familiars a les ciutats portuàries, on venien experimentant-se temps ençà. Per altra banda, el món universitari no assistia aliè a aquest procés, i també observem progressos en el conreu de les disciplines matemàtiques en el seu mateix àmbit, en especial en allò que respecta a la matemàtica pura, l'aritmètica universitària, la geometria i l'òptica.

Centrem-nos, però, en el món mercantil i en com va produir-se el procés d'afirmació del càlcul mercantil. Al període medieval i modern, moltes ciutats mediterrànies hagueren de resoldre l'abastament de la població a través dels mercats internacionals i, habitualment, aquest comerç conduí a l'establiment de sistemes crediticis i d'ajudes públiques per a finançar les importacions, la qual cosa facilità l'afirmació de grups rentistes que acapararen fortunes importants, al temps que algunes corporacions es vegeren obligades a posar en marxa bancs municipals: les *taules de canvis*, per tal de disposar de dipòsits amb els quals assegurar la solvència de la ciutat per a fer front a aquestes despeses, que podien arribar a comprometre greument les hisendes municipals. Aquest tipus de bancs oficials de dipòsits

aparegueren a Barcelona el 1401, a Gènova el 1407 i a València el 1408. Ara bé, només es mantingué el de la Ciutat Comtal, i fou al llarg del segle XVI quan va produir-se l'afirmació d'aquests establiments arreu de la Mediterrània, amb les fundacions de Palma (1507), Saragossa (1550), Palerm (1552), Girona (1565), Vic (1583), Lleida (1586), Venècia i Messina (1587), i Milà (1597).¹

Aquest procés vingué protagonitzat principalment per un nou tipus social, precedent de la burgesia, que s'hi fou afirmant a través de l'explotació de les formes d'acumulació de diners, sobretot per les seues activitats comercials i inversores, i que també fou capaç de materialitzar les seues aspiracions polítiques en les institucions representatives recollides als furs: el municipi i les Corts. Tot al llarg de l'època moderna, el burgès consolidà la seua presència social, fins al punt de desenvolupar una mentalitat pròpia que arribà a impregnar la col·lectivitat en la qual vivia, malgrat el predomini de grups anticrediticis, que continuaven defensant el censal com a únic préstec moralment vàlid, ja que era vist com la venda d'un dret a canvi d'un pagament anual de diner o producte, garantitzat mitjançant béns immobles, de forma que no hi havia «interesse».²

La necessària aplicació de l'art de calcular a l'activitat comercial s'hi feia cada cop més patent, encara que en aquell context, aquest exigia, per al seu desenvolupament, la substitució de la numeració alfabètica romana per la posicional, introduïda pels matemàtics àrabs, recollida a centres tan significatius com el cenobi de Ripoll i posteriorment assimilada pels mercaders riberencs de la Mediterrània, especialment a través del *Liber Abacci*, de Leonardo Fibonacci (1202), car simplificava i possibilitava operacions adés inabordables. Paral·lelament, i malgrat les primeres reticències clericals, les xifres també entraren a les aules universitàries de la mà de l'*Algorismus vulgaris*, de Johannes de Sacrobosco (ca. 1200-1256), el qual esdevingué un dels llibres de text habituals a les escoles d'ençà principis del segle XIV.

Així, mentre a les universitats s'ensenyava una aritmètica teòrica, d'inspiració pitagòrica, amb la finalitat de servir de base a la geometria euclidiana, la matemàtica aplicada als problemes mercantils, l'objectiu de la qual era facilitar les operacions de càlcul, fou impartida per mestres de comptar privats, que cobriren la demanda plantejada per aquells grups dedicats al comerç, cada cop més necessitats dels avanços produïts en el càlcul mercantil. Per això, des de la baixa edat mitjana, als grans centres mercantils, especialment els portuaris, vegem els mestres de càlcul funcionar també com a assessors de les companyies comercials en qüestions de càlcul mercantil i de comptabilitat.

Al segle XV, s'afirmaren i propagaren totes aquestes noves adquisicions, al temps que l'àlgebra era estudiada amb major profunditat. L'aparició de la impremta a les darreries de la centúria permeté d'ampliar el grau de penetració social d'aquestes disciplines. En efecte, s'eixamplà el camp d'actuació intel·lectual al voltant de l'activitat mercantil, que podem centrar sobre tres aspectes: la confecció de manuals d'aritmètica, la institucionalització d'un ensenyament reglat, (als programes dels quals s'intentaven adaptar els esmentats textos), i

1. A València, la liquidació de la Taula començà el 1416 i la refundació tingué lloc el 1519, mentre que la de Gènova ho féu el 1586. Vegeu H. LAPEYRE (1982).

2. Una anàlisi del debat jurídic-moral sobre el particular a B. CLAVERO (1984), M. GRICE-HUTCHINSON (1982) i P. VILAR (1976), 135-162 i 332-346. Exàmens molt suggestius de la figura del burgès en A. SAPORI (1955) i J. A. MARAVALL (1972).

l'aparició de manuals de mercaderia, que recollien notícies interessants per a la pràctica comercial en un mercat cada cop més extens.

Arreu de la Mediterrània medieval s'instal·laren escoles d'àbac on s'ensenyava el coneixement de la numeració, les operacions fonamentals, la regla de tres i els principis del sistema monetari, així com també les regles de pèrdues i guanys, càlculs d'interès, etc. Per a ús pedagògic, s'hi confeccionaren textos d'aritmètica comercial, bastant influïts per l'obra de Fibonacci, coneguts com a *llibres d'àbac*, terme que acabà per denominar genèricament els escrits d'aritmètica comercial.³

Un caràcter distint, tot i que complementari, tenien els manuals de mercaderia, que han estat minuciosament estudiats per M. Gual (1981). Es tracta de recopilacions de notícies de caràcter geocomercial, mercantil, financer, etc., en les quals un mercader experimentat deixava constància dels seus coneixements sobre pràctica mercantil amb el fi de ser aprofitats pels empleats de la firma. Nascuts també als ambients italians, coneixem dos manuals confeccionats, probablement, a Barcelona: el *Libre de spècies i de drogues*, que M. Gual ha datat en 1385, i el *Libre que explica lo que à de ser un bon mercader*, datat en 1520, encara que també pogué ser escrit a Mallorca, ja que es refereix contínuament a la seua realitat econòmica. En ambdós es recullen nocions elementals d'aritmètica, sobretot per a resoldre qüestions referides al càlcul de preus, lloguers i sous, i equivalències ponderals o de monedes.⁴

Paral·lelament, mentre que al món mediterrani s'adoptà el càlcul a ploma, els especialistes germànics mantenien l'estudi de l'àbac, o instrument de calcular, que era necessari per a operar amb la numeració alfabètica. Això no obstà, però, per al desenvolupament de la matemàtica comercial, la qual fou, a més, la via de progrés de l'àlgebra i de la comptabilitat per partida doble. Quan aparegué la impremta, diferents mestres d'aritmètica hi vegeren una oportunitat immillorable per donar publicitat a les seues dots pedagògiques i preparació en la matèria, donant a la premsa manuals d'ensenyament de la disciplina, dels quals coneixem a l'Europa del segle XV: l'anònima *Larte de labbacho* o *Aritmètica de Treviso* (1478), *Suma de l'art d'arismètica*, de Francesc de Santcliment (1482), *Opera d'arithmetic*, de Pietro Borghi (1484), *Behennd und Hüpsch Rechnung uff allen kauffmanschafften*, de Johanns Widman (1489), *L'art d'arithmeticha*, de Francés Pellos (1492) i la completíssima *Summa d'arithmetica*, de fra Luca Paccioli (1494).⁵ Així, observem la primerenca incorporació catalana a aquest procés, encara que per la seua enorme influència posterior, hem de destacar l'obra de Paccioli, autèntica enciclopèdia que transcendeix el simple estudi aritmètic i inclou apartats referits

3. Vegeu G. ARRIGHI (1968), R. A. GOLDTHWAITE (1972) i la síntesi de F. J. SWETZ (1989), p.18-24. A les ciutats portuàries de la Corona d'Aragó, els magatzems de les grans firmes italianes acomplien un paper similar al d'aquestes escoles, segons comenta G. NIGRO (1985). Sobre la introducció dels guarismes, vegeu G. IFRAH (1987).

4. Vegeu M. GUAL (1981) i F. SEVILLANO (1974-79). Per al món sienès, vegeu R. FRANCI; L. TOTI (1982) i per al florentí, W. VAN EGMOND (1976). J. HOOCK; P. JEANNIN (1991) han elaborat un útil i exhaustiu inventari de textos europeus impresos per a l'ús de mercaders.

5. D. E. SMITH (1908), p. 3-7, 16-20, 36-39, 50-52, 54-57 i 375. Una revisió del procés de desenvolupament de l'aritmètica comercial i de l'àlgebra en aquest període, J. PARADIS; A. MALET (1989), p. 103-123, a més de la introducció de l'últim a l'aritmètica de F. SANTCLIMENT (1998). Molt suggestiva ens resulta la interpretació de R. N. HADDEN (1994). Sobre la comptabilitat, vegeu els estudis de R. DE ROOVER.

tant a la pràctica mercantil com a la geometria i a la comptabilitat. Llibre eixit dels cercles erudits italians de renovació de la matemàtica, el seu influx fou molt destacat en l'organització dels tractats d'aritmètica posteriors, en concret en els apareguts a l'àmbit hispà.

La *Suma* d'aritmètica de Francesc de Santcliment

Estudis recents han cridat l'atenció sobre l'existència d'un corrent francoprovençal, en el qual s'inscriu l'aritmètica de Santcliment, donada a llum per l'impremer de Barcelona Pere Posa i que fou la segona impressa al món, després de la de Treviso. Ambdós llibres redueixen el seu contingut a l'aritmètica comercial i no recullen els principis de la comptabilitat per partida doble; una disciplina que, al nostre àmbit, haurà d'esperar a l'aritmètica d'Antic Roca, editada a Barcelona l'any 1564, per a que ixquera en lletra de motlle una introducció a la partida doble en forma d'un breu compendi, traduït del francès en aquest cas. Per altra banda, l'àlgebra no apareixerà fins el 1552, quan la introduí un mestre alemany afincat a València: Marc Aurel. Així i tot, per completar el complex panorama disciplinar recollit a l'obra de Paccioli a l'àmbit hispà, hem d'avançar fins l'any 1590, quan eixia del taller madrileny de Pedro Madrigal el *Libro de Caxa i manual de cuentas de mercaderes*, de Bartolomé Salvador de Solorzano, primer tractat de comptabilitat que podem considerar com a tal.⁶

L'obra de Santcliment, escrita en català, té un objectiu més ambiciós que l'*Aritmètica de Treviso*, principalment perquè aquesta última no introdueix els nombres trencats i, per tant, no pot utilitzar-los en els problemes. J. Sesiano i G. Beaujoan han emmarcat el llibre dins una tradició francoprovençal, distinta a la italiana, i a la qual també pertany el text posterior de Pellós. A. Malet, per la seua banda, ha marcat molt clarament les coincidències existents entre el manual que comentem i l'aritmètica mercantil manuscrita anomenada *de Pamiers*, la qual sembla ser la inspiradora de la de Santcliment, ja que és d'un nivell i complexitat superior a la del mestre català. A totes aquestes anàlisis, nosaltres volem afegir que pensem que ens trobem davant un text medievalitzant. Tal afirmació es basa en l'escassa atenció prestada a la regla de companyies i en el seu plantejament general, purament pràctic, que no presenta cap mostra de les referències a l'erudició que se prodigaren posteriorment, a partir del contacte de l'aritmètica amb la matemàtica docta. L'element transmissor més clar, i punt de transició entre ambdós moments, seria l'esmentada *Summa* de Paccioli, que encara tardarà dotze anys a aparèixer.

Santcliment, en aquest llibre, mostra que havia assimilat els progressos italians realitzats especialment en matèria operacional, els quals també estaven sent desenvolupats per l'escola francoprovençal. Quant a la seua estructura, aquesta és molt simple, sense grans novetats matemàtiques ni aportacions d'altura, el mateix que havia fet Fibonacci, la divideix «en 15 parts, ço és en nombrar, ajustar, restar, multiplicar, dimediar, partir, regla de tres amb diversitat de raons, companyies, canvis, barates, trencats amb totes ses 4 especies, sou de fi amb diversitat de billons (és a dir canvis i finezes d'or i argent), d'una e dues falses posicions, progressions e proporcions» (h. 2). Tot i que cal advertir que, després dels trencats, la següent part és mal numerada, direm que aquesta organització, en essència, es repetirà a les obres posteriors. Un altre aspecte a destacar, és la comprovació de com la vida comercial catalana fini-

6. Un acostament sintètic a aquest procés en HERNÁNDEZ (1981) i SALAVERT (1990 i 1994).

secular batega a les pàgines d'aquesta aritmètica: teixits, espècies, cereals i regles per a facilitar les operacions amb magnituds de pesos, mesures o monedes.⁷ Així doncs, ens trobem davant un clar testimoni de la presència de l'esmentada mentalitat de tall rotundament burgès, i també sembla observar-s'hi com la conjuntura depressiva en què havia estat concebut el llibre és present a les seues pàgines, o almenys això semblaria desprendre's de l'absència de problemes i exemples on apareguen els factors o representants de les grans companyies. Ara bé, aquesta afirmació ha de ser matisada, ja que si bé la crisi en la qual estava immers el comerç català difícilment permetria a les companyies barcelonines el manteniment d'agents a places estrangeres, tals figures mercantils tampoc no foren incloses a la *Practica* de Treviso.⁸

En conjunt, ens trobem davant una obra primerenca, amb aportacions molt interessants, com la inclusió de la numeració posicional i els progressos realitzats en el camp de la simplificació i facilitació de les operacions aritmètiques. Un altre aspecte a ressaltar és la no inclusió d'un apartat dedicat al còmput dels dies, que sí apareixia a Treviso, i que aviat deixarà de considerar-se matèria aritmètica, constituint un gènere nou recollit en altres tipus d'obres.

Anys després, Santcliment va marxar a Saragossa, on sembla que continuà la seua tasca de mestre d'aritmètica, i va fer una versió castellana del llibre, més reduïda, i en la qual no inclogué els trencats —abandonant així la seua renovació anterior respecte de l'*Aritmètica de Treviso*—, amb la qual cosa es vegé obligat a posar-hi problemes de solució més senzilla.

La conformació d'una tradició aritmètica als Països Catalans

La tradició francoprovençal en què va confeccionar-se el llibre de Santcliment va tenir la seua via d'expansió més important en el desenvolupament algebraic, mentre que en el camp estricte de l'aritmètica va veure's ofegada per l'aparició de l'obra de Paccioli, que aviat va esdevenir el referent sobre el qual s'organitzà aquest gènere, almenys en les seues manifestacions impreses. De fet, en els anys posteriors s'imprimiren els dos manuals primordials, que acabaren configurant el contingut de les aritmètiques tant als Països Catalans com a l'àmbit hispà, en les quals observem no sols una confessada i clara influència del llibre de Paccioli, sinó que, a més, els seus autors també eren eclesiàstics. Ens referim al *Sumario breve de la práctica de l'aritmètica*, del clergue saragossà Juan Andrés, imprès a València per Joan Jofré en 1515, i a l'*Arte de l'aritmètica i de geometria*, del dominic palentí Juan de Ortega, catedràtic de filosofia natural a Salamanca. Aquesta darrera obra és realment destacable, ja que des de la seua primera edició en els tallers lionesos de Nicolau de Benedictis, per encàrrec del libreter barceloní Joan Trinxer (1512), aconseguí cinc edicions en castellà (1534, 1537, 1542, 1552 i 1563), una en francès (1515) —que fou la primera aritmètica impresa a França— i dues en italià (1515 i 1522). A més, també hem de destacar la interessant aportació teòrica de l'original mètode d'aproximació d'arrels «*de intercalación aditiva, que consiste en*

7. Vegeu L. C. KARPINSKI (1936), V. L. SALAVERT (1985; p. 162), J. PARADIS; A. MALET (1989; p. 103-123) i especialment l'edició facsimilar, amb estudi i transcripció d'A. Malet.

8. L'aritmètica de Treviso fou traduïda a l'anglès per D. E. SMITH i ha estat editada per F. J. SWETZ (1987), p. 40-175. Aquesta és la versió que hem consultat.

sumar los numeradores y denominadores de dos fracciones para obtener otra comprendida entre ambas», els valors obtinguts pel qual satisfarien l'equació de Pell.⁹ Val a dir que en les edicions posteriors, corregides per Busto i Lagarto, aquests valors fraccionaris desaparegueren en considerar-los simples errades. Tornant a les dues aritmètiques, també volem consignar que els seus autors expressen obertament, tal com diu Ortega (f. 2 r^o), que han escrit els seus llibres moguts per un motiu caritatiu, «*para que no pasasen tantos fraudes como pasan por el mundo acerca de las cuentas*».

D'ençà, vegem com el que podríem definir com autèntic gènere matemàtic, l'aritmètica pràctica, s'articulà al voltant de l'esquema proposat per aquests dos sacerdots, la influència dels quals va arribar fins i tot al món portuguès, com ha posat en relleu A. A. Marques Almeida. L'únic aspecte no abordat per ells fou l'àlgebra, tot i que J. Andrés (f. 51 v^o) anunciava, en parlar dels arrels sorts, que: «*difusamente diremos en un tratado que queremos fazer del arte mayor, siquiera arte de álgebra*». Un projecte que no es materialitzarà fins el 1552, quan els tallers valencians de Joan Mey donaran a llum el *Libro primero de aritmética algebrática*, de l'esmentat Marc Aurel, que significarà l'entrada a Espanya d'aquesta disciplina en un llibre imprès, així com també la introducció de la tradició germànica.

El mateix Aurel havia confeccionat uns anys abans un fullet amb regles breus de reduccions de valors ponderals i monetaris (1541), que pertanyia a un gènere molt estès, sobretot per la seua aplicació, en el qual hi trobem autors no especialitzats en la matemàtica, com ara Joan de Timoneda. Així, podem comentar que hi ha dues tendències entre els responsables de la literatura aritmètica. Una que centra els seus continguts en les operacions i busca satisfer clarament les necessitats dels mercaders, ja que fins i tot aquells exemples de caràcter més especulatiu responen a les tècniques de resolució dels problemes que hauran de resoldre en la seua activitat quotidiana. Bons exemples en són les dues aritmètiques escrites en català durant el segle XVI: la *Pràctica mercantívol*, del mallorquí Joan Ventallol (1521), i les *Reglas breus de Arithmética*, del barceloní Bernat Vila (1596), on, tot i la seua tardana aparició, no trobem cap referència a l'àlgebra. I una altra tendència que es caracteritza per una major preocupació pels conceptes matemàtics, que, com passa amb el text d'Aurel, comporta una menor atenció a les qüestions mercantils. I també trobem obres com l'*Arithmética*, del catedràtic de la Universitat de Barcelona, Antic Roca (1564-1565), on es fa referència a un número important d'autors provinents tant del món de l'aritmètica com de la matemàtica universitària, i s'hi inclou un tractat d'àlgebra basat principalment en Aurel i Pérez de Moya. Finalment, també destaca per no descuidar la part mercantívol fins al punt que, com ja hem dit, acaba amb unes nocions de comptabilitat en traduir un text de Valentí Menher, que no passa de ser, però, una mostra dels fulls dels distints llibres necessaris per dur endavant la comptabilitat d'una empresa.

Així, vegem com al llarg del segle XVI l'àlgebra no ha esdevingut encara una disciplina autònoma, sinó que apareix com un apèndix als llibres d'aritmètica. Si bé a hores d'ara considerem l'aritmètica com un saber elemental i introductori, d'escàs valor científic, les aritmètiques mercantils, sobretot al segle XV, utilitzaven tècniques i conceptes matemàtics que encara no havien estat teoritzats. Per altra banda, no podem oblidar que aquests textos, a més, suposen un testimoni preciós de la realitat quotidiana de la pràctica mercantil al moment en què foren escrits. Un valor de testimoniatge que anirà perdent-se segons ens acostem al segle

9 Vegeu la veu de Víctor Navarro en LÓPEZ PIÑERO *et al.* (dir.) (1983), vol. II, p. 134-136.

XVII, quan els exemples i problemes començaran a utilitzar valors absolutament ficticis i on no es sentirà la necessitat de reproduir les tècniques mercantils més habituals. Així, aquests llibres són precioses vitrines sobre el procés de legitimació social tant de l'activitat mercantil com de la matemàtica, que apareix com a eina intel·lectual necessària per a la pràctica del seu quefer. Almenys això sembla despendre's no sols dels arguments consignats als distints llibres i també pot ajudar-nos a posar en un context més clar la iniciativa —descoberta per Manuel V. Febrer Romaguera— dels mercaders valencians de pagar una nova càtedra de matemàtiques a la Universitat entre el 1555 i el 1558, el titular de la qual fou l'afamat metge Pere Jaume Esteve, qui va cobrar cinquanta lliures anuals, és a dir, el doble que la resta dels professors.¹⁰

Bibliografia

- ARRIGHI, G. (1968), «Un “programma” di didattica di Matematica nella prima metà del Quattrocento», *Atti e memorie dell'accademia Petrarca di lettere, arti e scienze*, 38, p. 117-128.
- BEAUJOAN, Guy (1988), «The place of Nicolas Chuquet in a typology of Fifteenth-Century French Arithmetics». A: C. HAY (ed.), *Mathematics from manuscript to print, 1300-1600*, Oxford, Clarendon Press, p. 73-88.
- CLAVERO, Bartolomé (1984), *Usura. Del uso económico de la religión en la historia*, Madrid, Taurus.
- FRANCI, R.; TOTI RIGATELLI, L. (1982), *Introduzione all'aritmetica mercantile del Medioevo e del Rinascimento*, Siena, Università de Siena.
- GOLDTHWAITE, R. A. (1972), «Schools and teachers of commercial arithmetic in Renaissance Florence», *Journal of European Economic History*, 1, p. 418-433.
- GRICE-HUTCHINSON, Marjorie (1982), *El pensamiento económico en España, 1177-1740*, Barcelona, Crítica.
- GUAL CAMARENA, Miguel (1981), *El primer manual hispánico de mercadería (siglo XIV)*, Barcelona, CSIC.
- HADDEN, R. N. (1994), *On the Shoulders of Merchants. Exchange and the mathematical conception of nature in Early Modern Europe*, Nova York, Universitat de Nova York.
- HERNÁNDEZ ESTEVE, Esteban (1981), *Contribución al estudio de la historiografía contable en España*, Madrid, Banco de España.
- HOOCK, J.; JEANNIN, P. (ed.) (1991), *Ars Mercatoria: Handbücher und Traktate für den Gebrauch des Kaufmanns, 1470-1820. Eine analytische Bibliographie. Band 1, 1470-1600*, Paderborn, Ferdinand Schöningh.
- IFRAH, Georges (1987), *Las cifras. Historia d'una gran invención*, Madrid, Alianza.
- KARPINSKI, L. C. (1936), «The first printed arithmetic of Spain. Francesch de Sant Climent. *Summa de l'art d'aritmética*. Barcelona, 1482», *Osiris*, 1, p. 411-420.
- LAPEYRE, Henri (1982), *La Taula de Cambis (en la vida comercial de Valencia a mediados del reinado de Felipe II)*, València, Del Cenja al Segura.
- LÓPEZ PIÑERO, José María et al. (dir.) (1983), *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, 2 vol., Barcelona, Península.

10. Vegeu, entre altres, SALAVERT (1985, 1990 i 1994). Les referències completes dels llibres als quals ens hem estat referint poden trobar-se a V. NAVARRO et al. (1999).

- LÓPEZ PIÑERO, José María; NAVARRO BROTONS, Víctor (1995), *Història de la ciència al País Valencià*, València, Alfons el Magnànim.
- MARAVALL, José Antonio (1972), *Estado moderno y mentalidad social*, 2 vol., Madrid, Revista de Occidente (hi ha una 2^a. ed.: Madrid, Alianza, 1986).
- NAVARRO BROTONS, Víctor *et al.* (1999), *Bibliographia physico-mathematica hispanica (1475-1900). Volumen I. Libros y folletos, 1475-1600*, València, Institut d'Història de la Ciència i Documentació «López Piñero».
- NIGRO, G. (1985), «Els operadors econòmics italians als Països Catalans entre els segles XIV i XV. El cas de Tuccio di Gennaio». A: Antoni FURIÓ (ed.): *València, mercat medieval*, València, Diputació de València, p. 47-60.
- PARADÍS, Jaume; MALET, Antoni (1989), *La génesis del álgebra simbólica. Vol. I. los orígenes del álgebra: de los árabes al Renacimiento*, Barcelona, P.P.U.
- ROOVER, Raymond de (1937), «Aux origines d'une technique intellectuelle: la formation et l'expansion de la comptabilité à la partie double», *Annales d'Histoire Economique et Sociale*, 9, p. 170-193 i 270-298.
- ROOVER, Raymond de (1976), *Business, banking and economic thought in Late Medieval and Early Modern Europe*. Ed. de Julius Kirshner, Chicago, Universitat de Chicago.
- SALAVERT FABIANI, Vicent L. (1985), «Influencias e informantes en la aritmética práctica valenciana del siglo XVI». A: María José BÁGUENA CERVELLERA *et al.*, *Estudios sobre la medicina y la ciencia valencianas (siglos XVI-XIX)*, València, Universitat de València, p. 155-178.
- SALAVERT FABIANI, Vicent L. (1990), «Introducción a la historia de la aritmética práctica en la Corona de Aragón en el siglo XVI», *Dynamis*, 10, p. 63-91.
- SALAVERT FABIANI, Vicent L. (1994), «Aritmética y sociedad en la España del siglo XVI». A: S. GARMA, D. FLAMENT, V. NAVARRO (ed.): *Contra los gigantes de la rutina. Encuentro en Madrid de investigadores hispano-franceses sobre la historia y la filosofía de la matemática*, Madrid, Comunidad de Madrid - CSIC, p. 51-69.
- SANTCLIMENT, Francesc de (1998), *Summa de l'art d'aritmètica*. Introducció, transcripció i notes a cura d'Antoni Malet, Vic, Eumo editorial.
- SAPORI, A. (1955), «La cultura del mercante medievale italiano». A: *Studi di storia economica. Secoli XIII - XIV - XV*, Florencia, Biblioteca Storica Sansoni, vol. 1, p. 53-93.
- SESIANO, J. (1984), «Une arithmétique médiévale en langue provençale», *Centaurus*, 27, p. 26-75.
- SEVILLANO COLOM, Francisco (1974-79), «Un manual mallorquín de mercadería medieval», *Anuario de Estudios Medievales*, 9, p. 517-530.
- SMITH, David Eugene (1908), *Rara Arithmetica. A catalogue of the arithmetics written before the year MDCL...*, Boston i Londres, Ginn Co.
- SWETZ, F. J. (1989), *Capitalism and arithmetics. The new math of the 15th Century. Including the full text of the «Treviso Arithmetic» of 1478, translated by David Eugene Smith*, 2^a ed., La Salle, Open Court.
- VAN EGMOND, W. (1976), *The commercial revolution and the beginning of Western Mathematics in Renaissance Florence, 1300-1500*, Tesi doctoral, Ann Arbor, U.M.I.
- VILAR, Pierre (1976): *Crecimiento y desarrollo. Economía e historia. Reflexiones sobre el caso español*, 3^a ed., Barcelona, Ariel.

CONSIDERACIONS ENTORN LA INTERACCIÓ DE LA MATEMÀTICA I LES ALTRES CIÈNCIES

M. Rosa Massa Esteve; Carles Puig-Pla

Centre d'Estudis d'Història de les Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona; Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica. Universitat Politècnica de Catalunya i Centre d'Estudis d'Història de les Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona.

Paraules clau: *matemàtica pura, ciències, matemàtica aplicada.*

Around the interaction between mathematics and other sciences

Summary: *The Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica organizes a symposium to celebrate the World Year of Mathematics. The goal of this presentation is to supply further ideas addressed to enrich the debate between applied mathematics and pure mathematics.*

Key words: *pure mathematics, applied mathematics, sciences.*

1. Matemàtica i desenvolupament

Aquest simpòsium queda emmarcat dins dels actes que se celebren arreu del món, durant l'any 2000, amb motiu d'haver-lo proclamat Any Mundial de les Matemàtiques a Río de Janeiro el 1992, i haver comptat, després, amb el suport de la UNESCO (reunió plenària de l'11 de novembre de 1997). El tema del simpòsium es troba en la línia del segon punt de la declaració de Río de Janeiro: «promulgar que la matemàtica és una de les principals claus per al desenvolupament». Així, les ponències que presentem posen de manifest exemples d'utilització dels recursos matemàtics en diversos àmbits i moments del desenvolupament social, amb l'objectiu d'afavorir el debat sobre els lligams, establerts al llarg de la història, entre la matemàtica pura i la matemàtica aplicada.

2. Diverses perspectives per a un debat: matemàtica pura i matemàtica aplicada

És evident que aquest és un camp molt ampli que es pot abordar des de diferents vessants. Si ho fem des del punt de vista epistemològic (relació teoria-aplicació) podríem preguntar-nos: què volem dir quan parlem d'aplicacions? Aplicació vol dir travessar les fronteres d'altres disciplines? Significa el mateix *aplicacions* que eines o utilitats? Els matemàtics, quan fan *apli-*

cació, distingeixen entre la teoria i l'aplicació, o bé ho consideren tot com una unitat i transformen la teoria adaptant-la a la ciència corresponent? Són conscients sempre d'aquesta distinció?

Si abordem la qüestió des d'una perspectiva psicològica, podem preguntar-nos: influeix en l'aplicació la manera especialitzada de pensar dels matemàtics? Tenen tots estructurada la ment de la mateixa manera? Pel que fa a aquest punt, el Dr. Albert Dou (1991, p. 111-124), en un article sobre la comunicació en les matemàtiques, deia:

El quefer dels matemàtics, a jutjar per la classe de conceptes i significats i pel tipus de raonament que fan servir en el seu discurs científic, s'estén per un ampli ventall que va des de confondre's, per un costat, amb el del lògic fins a confondre's, per l'altre costat, amb el del físic teòric o físic matemàtic... Aquest últim no perd mai de vista l'aplicabilitat i, fins i tot, una aplicació concreta a algun fenomen natural dels resultats de la seva investigació... En canvi, els lògics matemàtics i filòsofs matemàtics ignoren el món real de la naturalesa física.

Si el que volem és abordar el tema des del punt de vista sociològic, llavors ens pot interessar indagar si la matemàtica és o no és neutral en les seves aplicacions. Com a historiadors, també ens podem preguntar: perquè s'han fet unes aplicacions i no unes altres?

Tots aquests plantejaments són legítims, i les preguntes que susciten es poden tractar a partir de les contribucions dels ponents. Ens agradaria introduir en el debat uns altres dos aspectes per la seva influència en la consideració de la matemàtica com a eina essencial per al desenvolupament: el paper jugat per la matemàtica com a «reina de les ciències» i el conreu i ús de la matemàtica pura.

3. La Matemàtica «reina de les ciències»

El primer aspecte esmentat, la matemàtica com a «reina de les ciències» (expressió usada per Gauss), consisteix a considerar la matemàtica com a paradigma, com a exemple, com a model. D'acord amb Henk Bos (1997, p. 165-180), aquest *rol* el veiem expressat mitjançant tres idees, amb orientacions no disjunctes: l'expressió matemàtica de la natura, l'estructura lògica de les teories matemàtiques i el mateix llenguatge matemàtic.

La primera idea, la natura com a expressió de la matemàtica, és molt antiga. Ja a Grècia els pitagòrics, que van descobrir la presència de raons aritmètiques no només en l'harmonia musical, sinó també en el si de la realitat mateixa, deien: «tot és nombre». Més endavant, els pintors renaixentistes intenten aritmetitzar el problema de la perspectiva; i, de fet, la recerca de proporcions més estètiques (recordem la raó àuria) tant en la pintura, l'escultura o l'arquitectura és una constant des dels grecs fins als nostres dies, des del cànon de bellesa dels mestres hel·lènics fins als actuals, com Escher o Le Corbusier, passant per Durero, Da Vinci o Miquel Àngel. Així, Le Corbusier (1948, p. 490) escrivia:

La matemàtica no és pas per l'artista les diferents branques de les matemàtiques. No es tracta pas necessàriament de càlculs, sinó de la presència d'una reialesa; una llei d'infinita ressonància, consonància i ordre. El rigor és tal que, veritablement, l'obra d'art n'és el resultat, tant si es tracta del dibuix de Leonardo, de

l'esfereïdora exactitud del Partenó, comparable en la talla del seu marbre fins i tot amb la de les màquines, de l'implacable i impecable joc de construcció de la catedral, de la unitat que feia Cézanne, com de la llei que estableix en l'arbre l'esplendorosa unitat de les arrels, del tronc, de les branques, de les fulles, de les flors, dels fruits. No hi ha cap atzar dins la natura. Si hom ha entès el que és la matemàtica en el sentit filosòfic del terme, hom pot discernir-la en totes les obres. El rigor, l'exactitud són el mitjà de la solució, la causa del caràcter, la raó de l'harmonia.

Passem a la segona idea que presenta la matemàtica com a model, però, en aquest cas, per la seva estructura lògica, pel seu caràcter racional. Aquí podem citar els *Elements* d'Euclides, que van ser un exemple de raonament per l'estructura de les seves proposicions i demostracions; més tard, Descartes, a partir del model de la matemàtica, vol trobar un mètode universal que uneixi i s'apliqui per igual a tots els sabers; Leibniz volrà desenvolupar una «característica universal» per poder construir les idees de la mateixa manera que les fórmules matemàtiques, etc. També actualment, en un sentit molt més restringit, es pren la matemàtica com a model. Així, a grans trets, podríem dir que, per resoldre complexos problemes d'investigació, s'intenta crear uns models matemàtics, moltes vegades estructures funcionals, que expliquin el procés; tot seguit s'analitzen matemàticament i, mitjançant un procés reiterat d'interacció model-resultat, s'arriba a la creació de nous models que simulen progressivament, cada cop millor, els comportaments físics.

La tercera idea considera el llenguatge matemàtic com el llenguatge escaient per expressar la ciència. Galileu ja parlava de la natura com «un llibre escrit en el llenguatge de les matemàtiques» i Newton, en els *Principia*, presentava els fonaments de la física amb un llenguatge matemàtic. Actualment, totes les ciències consideren el llenguatge matemàtic com el més idoni per expressar els seus resultats. Recordem les paraules de Joan Solà-Morales (2000, p. 18-20), professor del Departament de Matemàtiques Aplicades I de la Universitat Politècnica de Catalunya, en l'acte de celebració de l'Any Mundial de les Matemàtiques que va tenir lloc al paranimf de la Universitat de Barcelona: «la matemàtica és el llenguatge de la ciència i de la tecnologia». I, després d'uns quants exemples, ens convidava a fer un exercici:

Aneu a qualsevol biblioteca que tingui llibres de ciència i tecnologia de nivell superior i d'àmbit internacional i obriu-ne un a l'atzar. El que observareu, i no serà pas per casualitat, és que no passaran massa paràgrafs sense que comencin a sortir coses com una estadística, una integral...

4. La matemàtica pura: interès i aplicació a altres ciències

El segon aspecte que volem remarcar és l'interès de la matemàtica pura com a eina essencial per al desenvolupament. Les consideracions abstractes que han estat investigades pel seu interès purament matemàtic esdevenen moltes vegades, i de forma inesperada, aplicables a altres dominis. Així, els estudis fets per Apol·loni sobre les seccions còniques varen servir més tard a Kepler per expressar les seves famoses lleis, i els estudis fets sobre la independència del cinquè postulat d'Euclides van donar lloc al naixement de les geometries, que més tard serien essencials per entendre la teoria de la relativitat.

El 3 d'agost de 1994, en el discurs d'inauguració del Congrés Internacional de Matemàtics, la ministra d'Educació de Suïssa, Ruth Dreifuss (1994, p. 3-6), explicava que un treball sobre la teoria de nusos tridimensionals, guardonat amb la medalla Fields, era utilitzat ara pels físics en mecànica estadística i pels biòlegs per explicar l'estructura del DNA. La ministra preguntava als matemàtics presents: com pot la matemàtica pura justificar aquest art a l'Estat que la financia? Aquestes són algunes de les respostes que va rebre: «el tresor que busquen (els matemàtics) està en el cor mateix de tot (...) obtenir respostes precises sobre el món (...). Com a tal la seva recerca ha d'ésser una inquietud central de qualsevol Estat il·lustrat» (Raoul Bott); «les matemàtiques són com un iceberg: a sota de la superfície hi ha el reialme de les matemàtiques pures, amagat de la vista de la gent (...). Per sobre de l'aigua hi ha la punta, la part visible que nosaltres anomenem matemàtiques aplicades» (Armand Borel); «un dels misteris més profunds de la vida és de quina manera les millors matemàtiques pures, desenvolupades per elles mateixes, inexplicablement i impredeciblement, esdevenen útils» (Phillip Griffiths). Tanmateix, si la matemàtica pura s'aplica per resoldre problemes en altres dominis, també aquestes aplicacions de les idees matemàtiques freqüentment generen noves idees que prenen vida pròpia. Per un costat, la matemàtica contribueix a una millor comprensió de fenòmens experimentals i, per un altre, d'aquests contactes en recull inspiracions per al seu propi desenvolupament.

Amb aquesta introducció el que volem posar de manifest és que hi ha molts paràmetres a tenir en compte en les complexes relacions entre la matemàtica pura i la matemàtica aplicada, i que ambdues, de maneres diferents, esdevenen cabdals per a entendre el món i el seu desenvolupament.

5. Una petita mostra d'un vast domini

Les ponències que trobareu aquí reflecteixen una petita, en nombre, però rellevant mostra del vast domini de la interacció de la matemàtica amb les altres ciències. En el decurs de la llarga història de les matemàtiques, aquests contactes han estat sempre d'una fertilitat extraordinària i, alhora, han impulsat el desenvolupament de noves branques de les matemàtiques. Així, la matemàtica dels àrabs va ser clau per al desenvolupament de la trigonometria; d'aquesta cultura i de la seva relació amb la matemàtica ens en parla Mònica Rius. També l'àlgebra va trobar el seu impuls en les «aritmètiques mercantils» del Renaixement; Vicent Salavert ha treballat sobre aquest tipus de llibres i la seva importància pel desenvolupament de la ciència. En el cas de la navegació, la contribució de Francesc X. Barca ens mostra com avançava la matemàtica tot intentant determinar la longitud en el mar i resoldre el «problema del punt». Eduard Recasens ens explica, en el seu article, com Heaviside utilitza la matemàtica per investigar sobre l'electricitat. I la contribució de Jaume Llibre ens permet entendre millor com les matemàtiques han contribuït al coneixement actual del Sistema Solar i els seus moviments. Hem deixat per al final dues ponències singulars: una és l'aportació de Guillermo Lusa sobre el paper que Jaume Balmes assignava a les matemàtiques com a base del progrés industrial; aquesta contribució és d'especial interès a Vic, la localitat on s'ha celebrat el Simpòsium, ja que Balmes va ocupar la primera càtedra de Matemàtiques el 1837; l'altra, l'aclariment que vol proporcionar l'article de Carles Puig sobre la significació històrica del concepte *matemàtiques*, particularment sobre les matemàtiques mixtes o aplica-

des, a finals del segle XVIII i principis del XIX, i que pretén aportar nous elements de reflexió a aquest debat.

Bibliografia

BOS, H. (1997), «Queen and Servant: The Role of Mathematics in the Development of the Sciences», *Lectures in the History of Mathematics*, 7, American Mathematical Society, London Mathematical Society, p. 165-180.

DOU, A. (1991), «La comunicación en matemáticas», *La comunicación*, Madrid, Universidad Pontificia de Comillas, p. 111-124.

DREIFUSS, R. (1994), «L'impacte de les matemàtiques en el món actual». A: *La matematització del món*, Societat Catalana de Matemàtiques, p. 3-6.

LE CORBUSIER (1948), «L'architecture et l'esprit mathématique». A: *Les Grands Courants de la pensée mathématique*, París, 490.

SOLÀ-MORALES, J. (2000), «Les matemàtiques com a aspecte essencial per al desenvolupament (Abans i ara)», *Societat Catalana de Matemàtiques/ Notícies*, 13, p. 18-20.

COMUNICACIONES

LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS EN LA EXPOSICIÓN REGIONAL (1909) Y NACIONAL (1910) DE VALENCIA A TRAVÉS DE LA PRENSA

José Antonio Alabau Calle; Gerardo Mora Rubio

Universitat de València.

Palabras clave: *Prensa, Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Congresos científicos, Las Provincias, El Mercantil Valenciano, El Pueblo, Valencia, siglo XX.*

The «Asociación española para el progreso de las ciencias» in the Regional (1909) and National Exposition (1910) from Valencia (Spain) through the daily press

Summary: *Valencia (Spain) admitted a Regional Exposition for 1909. On the occasion of it the Asociación Española para el Progreso de las Ciencias organized its congress with the participation of the most important Spanish scientifics. But the social and politic instability of the moment put off their second congress even May 1910, when the Exposition was the National category. Our research studies the social view of the organization of the congress through three different newspapers: Las Provincias (with a conservative ideology), El Mercantil Valenciano (with a moderate republican ideology) and El Pueblo (with a radical republican ideology). Our objective is to watch the social and political presence of the Science.*

Key words: *Daily Press, Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Scientifics congresses, Las Provincias, El Mercantil Valenciano, El Pueblo, Valencia, 20th Century*

Introducción¹

Mediante este trabajo nos proponemos pulsar las reacciones ante la ciencia en la sociedad de principios de siglo. Para ello, hemos escogido un acontecimiento concreto, el II Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebrado en Valencia en 1910 y hemos observado su presencia en la prensa como muestra de su alcance social, por ser el principal medio de comunicación de masas del momento, cuando no el único. Para ello, hemos tomado las tres publicaciones diarias más importantes de la prensa valenciana del momento (*Las Provincias, El Mercantil Valenciano y El Pueblo*) y hemos estudiado las noticias

1. Queremos agradecer desde aquí la ayuda prestada y los consejos recibidos de Vicent Salavert para la realización de este trabajo.

relativas a la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias desde que se iniciaron los preparativos para el congreso hasta que éste se celebró.

La Exposición Regional de Valencia de 1909 y Nacional de 1910

El 22 de mayo de 1909 era inaugurada la Exposición Regional de Valencia, promovida por el Ateneo Mercantil de la ciudad, y en especial por su presidente, D. Tomás Trénor Palavicino (Sanchis Guarner, 1972: 481). Paralelamente a los actos oficiales de la Exposición se celebraron numerosos congresos y encuentros de diversa índole, entre los que cabe situar el II Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, ya que la convocatoria de la Exposición Regional de Valencia animó a los directivos de la Asociación a convocar un congreso con el fin de consolidarse y darse a conocer ante las asociaciones que de este tipo habían surgido en Europa.

Se había dispuesto que los días de celebración del Congreso fueran entre el 27 de octubre y el 3 de noviembre de 1909; pero la Guerra de Marruecos, los sucesos de la Semana Trágica, la inestabilidad política y social de la España del momento y el nombramiento del presidente de la Asociación como Jefe de Gobierno conllevó a un repentino aplazamiento, tres días antes de su inauguración. Se tuvo que esperar hasta el 15 de mayo de 1910 para que tal Congreso se celebrara. Para entonces, la Exposición Regional había pasado a tener carácter Nacional, en un intento de paliar las pérdidas económicas que ya habían obligado a prorrogar el evento hasta diciembre de 1909.

La Asociación Española para el Progreso de las Ciencias

La Asociación Española para el Progreso de las Ciencias nace oficialmente con su primer Congreso, celebrado en Zaragoza entre el 18 y el 25 de octubre de 1908. Esta asociación estaba vinculada a círculos eclesiásticos afines a los científicos jesuitas. Sus fundadores se basaron para su creación en la *British Association for the Advancement of Science*, que había aparecido en el siglo XIX. Así, en la convocatoria del Congreso de Valencia se hizo el siguiente llamamiento:

«La Asociación Española para el Progreso de las Ciencias se propone [...] concertar los esfuerzos de todos los interesados en el adelanto y difusión de los conocimientos para crear un ambiente espiritual favorable á la obra colectiva científica...» (Ausejo, 1993: 3-5).

La Asociación se organizaba en 8 secciones, a saber, Matemáticas, Astronomía, Física y Química, Ciencias Aplicadas, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Ciencias Filosóficas y Ciencias Médicas, pudiendo dividirse cada una de estas secciones en diversas subsecciones.

La prensa valenciana a principios del siglo XX

La prensa supone el medio de comunicación de masas del momento: Valencia es desde este punto de vista un lugar privilegiado: con 200.000 habitantes a principios del siglo XX contaba con cerca de 90 periódicos sólo en la ciudad (un periódico cada 10.000 habitan-

tes) lo que la convertía en la tercera capital del periodismo español, por detrás de Madrid y Barcelona. (Platero, 1990).

En el momento de la celebración del congreso de la Asociación, los principales periódicos de la ciudad de Valencia eran *Las Provincias*, *El Mercantil Valenciano* y *El Pueblo*. Cada uno de ellos representa una ideología diferente y enfrentada:

Las Provincias: es el periódico que representa a los partidarios del sistema político de la Restauración y al Partido Conservador. Fundado por T. Llorente, se convierte pronto en el portavoz de los intereses de la ciudad. En 1909 está dirigido por el hijo de Llorente y cuenta con 4.000 suscriptores.

El Pueblo: fundado en 1892 por Blasco Ibáñez. Es el portavoz de los grupos republicanos radicales y federales del momento. También se asocia a los núcleos anarquistas de Valencia. Cuenta con estas fechas con 2.000 suscriptores.

El Mercantil Valenciano: es el órgano de los republicanos y progresistas centralistas. Cuenta en 1909 con 1.500 suscriptores.

El II Congreso a través de la prensa

Lo primero que destaca a la vista de las noticias aparecidas en los distintos periódicos es que, en líneas generales, el Congreso no suscita excesivo interés, dado que la mayoría de noticias aparecidas en la prensa corresponden a lo que podríamos calificar como noticias de organización interna o «generales» (ver gráfico nº1), es decir, llamamientos a reuniones, aplazamientos de las mismas, convocatorias de comités ejecutivos de las distintas secciones, etc. Esta imagen de escaso interés aumenta si se compara la atención prestada al congreso de la Asociación con la repercusión que tiene en la prensa la celebración de otros congresos paralelos a la Exposición, como el Congreso Penitenciario o el Congreso Pedagógico.

El seguimiento realizado por los distintos periódicos de los abatares del congreso se centra en dos ejes primordiales: primero el aplazamiento del congreso y segundo, la programación de una nueva fecha para la celebración del mismo. En cuanto al aplazamiento del evento, los tres periódicos se limitan a hacer pública la noticia sin lamentar en ningún momento el atraso del mismo, muestra de la escasa importancia atribuida a la celebración de dicho congreso. Por otra parte, el establecimiento definitivo de la fecha de inauguración del congreso tampoco suscita ninguna reacción substancial: una vez más, se limitan a dar cuenta de la noticia sin realizar ningún comentario valorando la importancia del acto. Debemos esperar hasta marzo de 1910 para encontrar algún comentario subjetivo referente al congreso, cuando *El Pueblo* señale que «(el congreso)... *del Progreso de las Ciencias por la importancia de la Asociación y sus fines, y por la actividad e inteligente celo del Comité Local de Valencia, promete gran éxito.*» Sin llegar a destacar claramente la importancia del acontecimiento ni de la ciencia en general para el futuro de la sociedad valenciana del momento, es la única noticia que aplaude de alguna manera la celebración de éste acto.

Una vez inaugurado el congreso, asistimos al seguimiento diario del mismo por parte de los tres periódicos, principalmente por *Las Provincias* y por *El Mercantil Valenciano*, publicando el discurso inaugural de Echegaray, y resumiendo las sesiones diarias. Esta actitud no difiere en mucho de la mostrada por la prensa ante el resto de actos celebrados durante la Exposición Nacional, y antes durante la Regional, si bien debemos tener en cuenta que la

mayoría de los demás actos y congresos suscitan el interés de la prensa desde el mismo momento en que se anuncian sus celebraciones, sin tener que esperar, como ocurre con el congreso de la Asociación, hasta prácticamente la fecha de inauguración para encontrar un seguimiento de cierta importancia.

Dentro de la atención mostrada al congreso, no todas las secciones del mismo levantan igual interés. Hay secciones que destacan por su seguimiento, muestra del mayor interés que ocasionan para la sociedad del momento. La sección de Medicina es la que más noticias recoge, seguida por la de Física y Química, con un total de 16 y 9 noticias respectivamente. El interés por estas secciones contrasta con el casi nulo seguimiento realizado a las secciones de Astronomía, con una única noticia, y a la de Ciencias Aplicadas, que no levanta el más mínimo interés en ninguno de los tres periódicos. Entre ambos extremos debemos situar al resto de secciones: Ciencias Sociales, Ciencias Filosóficas, Ciencias Naturales y Matemáticas, con 5, 4, 4 y 3 noticias respectivamente.

Cabe también señalar el hecho de que el tipo de ciencia que se está realizando sigue el paradigma científico newtoniano (matemático y experimental) frente a los nuevos hallazgos que se están dando en la Europa del momento (la ley de la relatividad, los hallazgos de M. Curie, la teoría evolucionista darwiniana, etc...) lo cual señala el estado del panorama científico español.

Conclusiones

1. *Las Provincias* manifiesta un especial interés en cubrir el Congreso, lo que se observa principalmente en la puntual y amplia información que ofrece acerca de las sesiones de la reunión.

2. La sección de Ciencias Filosóficas y Sociales atrae la mayor atención por parte de *Las Provincias*, frente al silencio casi absoluto que observamos en *El Pueblo* y *El Mercantil Valenciano*.

3. Contrariamente, la sección de Ciencias Aplicadas no concitó el menor interés por parte de ninguno de los tres periódicos.

4. En la evolución temporal es significativo el silencio en que *Las Provincias* y en *El Mercantil Valenciano* sumieron durante tres meses tanto a la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias como el aplazamiento sufrido por el congreso al mes de mayo. Ello contrasta con la actitud del *El Pueblo*, que si bien no se caracteriza por ser un periódico afín a los intereses de la Asociación, mantiene una cierta continuidad a la hora de realizar un seguimiento de lo que en ella sucede.

5. Destaca el interés por la Medicina y la Física y Química en contraste con el escaso interés de la Astronomía y las Ciencias Aplicadas. La sección de Medicina acapara un 13% del total de las noticias y la de Física y Química un 7%. La ausencia de noticias sobre la sección de Ciencias Aplicadas y la presencia de una única noticia sobre la sección de Astronomía revela la escasa importancia que se le atribuía a ambas disciplinas.

6. La presencia de un evento en la prensa como el que hemos estudiado señala una preocupación por difundir un modelo concreto de ciencia acorde con el pensamiento burgués del momento. Es un intento de captar la atención del ciudadano valenciano a un tipo de conocimiento de difícil comprensión. Ahora bien, la no aparición de los avances científicos de fi-

Apéndice gráfico

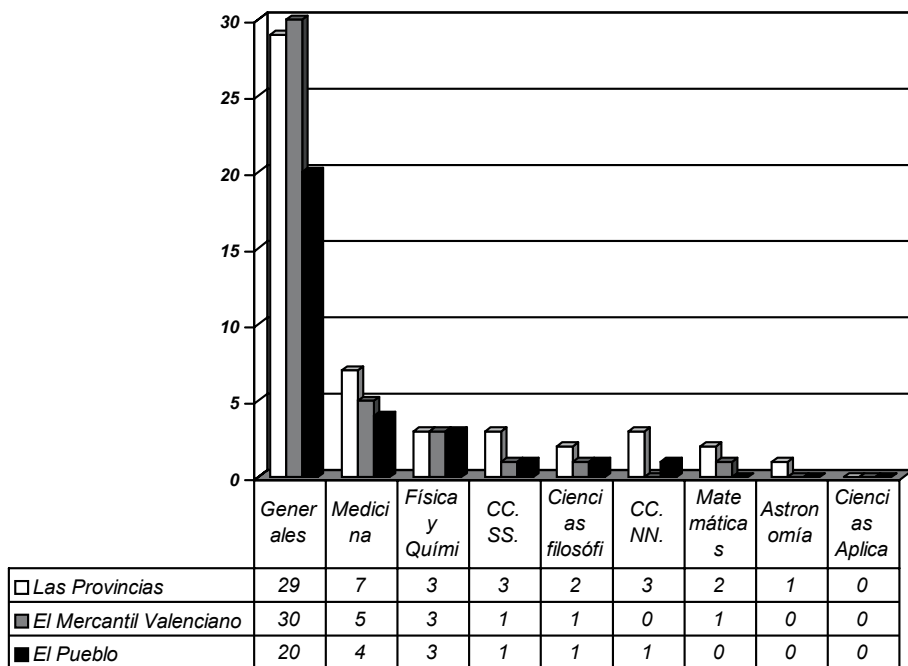


Gráfico 1. Presencia de las distintas secciones de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias en la prensa valenciana (enero de 1909-mayo de 1910)

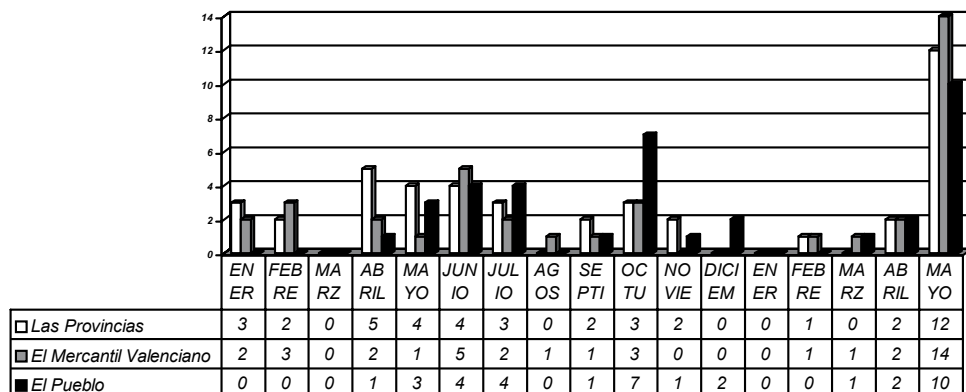


Gráfico 2. N.º de días en que los periódicos valencianos cubren noticias sobre la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (enero de 1909-mayo de 1910)

nales del siglo XIX cabe señalarlo al estado de retraso científico que existía en la España del momento.

Bibliografía

AUSEJO, E. (1993), *La Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Madrid, Siglo XXI.

LAGUNA PLATERO, A. (1990), *Historia del periodismo valenciano. 200 años en primera plana*, Valencia, Generalitat Valenciana.

SANCHIS GUARNER, M. (1972), *La Ciutat de València. Síntesi d'Història i de Geografia urbana*, Valencia, Publicaciones del Centre de Belles Arts.

LAS PROVINCIAS: Diarios de 1909: 11-1; 12-1; 25-1; 24-2; 27-2; 16-4; 18-4; 23-4; 29-4; 30-4; 5-5; 10-5; 14-5; 15-5; 12-6; 19-6; 20-6; 26-6; 12-7; 14-7; 22-7; 5-9; 7-9; 5-10; 8-10; 24-10; 5-11; 6-11. Diarios de 1910: 16-2; 7-4; 16-4; 1-5; 3-5; 12-5; 13-5; 15-5; 16-5; 17-5; 18-5; 19-5; 20-5; 21-5.

EL MERCANTIL VALENCIANO: Diarios de 1909: 8-1; 14-1; 2-2; 24-2; 26-2; 17-4; 19-4; 1-5; 13-6; 19-6; 20-6; 26-6; 30-6; 14-7; 17-7; 28-8; 7-9; 4-10; 12-10; 23-10; Diarios de 1910: 16-2; 6-3; 7-4; 29-4; 1-5; 3-5; 10-5; 11-5; 12-5; 13-5; 14-5; 15-5; 16-5; 17-5; 18-5; 19-5; 20-5; 21-5.

EL PUEBLO: Diarios de 1909: 30-4 ; 1-5; 9-5 ; 14-5; 14-6; 19-6; 20-6; 25-6; 1-7; 14-7; 17-7; 23-7; 7-9; 3-10; 5-10; 8-10; 12-10; 22-10; 23-10; 26-10; 15-11; 22-12; 25-12. Diarios de 1910: 6-3; 6-4; 7-4; 10-5; 14-5; 15-5; 16-5; 17-5; 18-5; 19-5; 20-5; 21-5; 22-5.

LA DIFUSIÓN DE LA METEOROLOGÍA EN EL PAÍS VASCO A TRAVÉS DE LA PRENSA (1850-1950)

Aitor Anduaga Egaña

Palabras clave: *Meteorología, España, País Vasco, siglos XIX y XX, prensa.*

The diffusion of the Meteorology in the Basque Country through the press (1850-1950)

Summary: *The presented paper describes and analyses the diffusion of the meteorological news and theories in Basque Country through the basque newspapers. This work will try to answer some questions, as the kind of meteorological news, the presence of observatories and weather stations, the meteorologist amateurs, ... The author has used the database KLI-MAT XX to that work.*

Key words: *Meteorology, Spain, Basque Country, 19th and 20th centuries, press.*

La meteorología ha sido, y es, uno de los principales elementos que ha configurado el variopinto paisaje del País Vasco. Durante el periodo comprendido entre 1850 y 1950, la prensa diaria de la Comunidad Autónoma del País Vasco se convirtió en un vehículo de transmisión de abundante información meteorológica y climática. Al igual que las revistas especializadas, los calendarios, los boletines, los semanarios, etc., la prensa vasca supuso un medio de difusión de la ciencia meteorológica desde el momento en que dio cabida en sus páginas a predicciones meteorológicas y no sólo a noticias del tiempo referentes a fenómenos anormales o tragedias.

El vínculo entre prensa y meteorología se remonta a finales del siglo XIX cuando la Restauración permitió el acceso a una prensa que no se conformaba únicamente con las opiniones, sino que daba entrada a la publicidad, la reproducción fotográfica, el diseño y la calidad, así como a las noticias que podían ser del interés de los lectores: sucesos, boletines meteorológicos, tragedias, etc.¹. El siglo XX vio cambiar la naturaleza de la tecnología y vio, también, cómo cambiaba el tratamiento meteorológico de la prensa. Varios agentes se responsabilizaron del cambio. Uno de ellos consistió en la adaptación de las técnicas de difusión de noticias a las necesidades sociales. El telégrafo, el teléfono y el teletipo lograron mejorar la transmisión, tanto en tiempo como en riqueza de contenido. Esta mejora se hizo patente en las noticias de predicción meteorológica.

Con objeto de estudiar las diversas respuestas que la prensa vasca adoptó ante los fenómenos atmosféricos, hemos consultado la información almacenada en la base de datos

1. NADAL, J.; CARRERAS, A.; & MARTÍN ACEÑA, P. (1988), *España, 200 años de tecnología*, Madrid, Ministerio de Industria y Energía, 143-144.

KLIMAT XX, elaborada por el Servicio Vasco de Meteorología del Gobierno Vasco, en 1998. Cabe precisar que el vaciado de periódicos en la citada base ha sido bastante exhaustivo, lo cual no ha impedido que existan lagunas esporádicas referentes, tanto a los periódicos de dicho periodo como a los años de publicación (Tabla 1). Por tal razón, nuestro propósito se ha dirigido a establecer ciertas tendencias, más cualitativas que cuantitativas, de la difusión de noticias meteorológicas en la prensa diaria vasca².

PERIÓDICOS	AÑOS	PERIÓDICOS	AÑOS
Eco de Alava	1916	Heraldo Alavés	1902-1932
Eco de San Sebastián	1883-1888	Hierro	1945-1948
Eco Vascongado	1861	Hoja Oficial de la	1926-1930
El Alavés	1879-84, 1887-98	Provincia de Vizcaya	
El Anunciador Vitoriano	1890, 1892-1893, 1895-1898	Hoja Oficial del Lunes de Bilbao	1931-1950
El Bidasoa	1884	Hoja Oficial del Lunes de Guipúzcoa	1937-1950
El Diario de Alava	1896-1900	Ibaizabal	1877, 1884-85
El Correo de Guipúzcoa	1899-1911	Irurac-Bat	1857-1879
El Correo del Norte	1912-1916	La Concordia	1888-1897
El Correo Español	1937-1950	La Constancia	1904-25, 1930-36
El Día	1930-1936	La Euskaria	1906-1915
El Diario Vasco	1917-18, 1934-50	La Gaceta del Norte	1903-34, 1937-40
El Euskaro	1888-1890	La Libertad	1889-98, 1901-37
El Fuerista	1888-1898	La Paz	1876-1878
El Liberal	1910-1933	La Semana	1883-1884
El Liberal Guipuzcoano	1920-1923	La Tarde	1914-1937
El Nervión	1907-1915	La Unidad	1941-43, 1945-50
El Norte	1883-87, 1914-16, 1938-1940	La Unión Vascongada	1891-1903
El Noticiero Bilbaíno	1875-79, 1884-37	La Voz de España	1936-1950
El País Vasco	1923-1930	La Voz de Guipúzcoa	1888-1936
El Porvenir Vasco	1906-1913	Las Noticias	1921-1922
El Pueblo Vasco	1903-07, 1910-39	Nueva España	1937-1938
El Urumea	1879-1885	Pensamiento Alavés	1932-45, 1948-50
Euscalduna	1863-67, 1887-17	Porvenir Vascongado	1886-1892
Euzkadi	1913-1930	Semanario Católico	1866-1873
Excelsior	1927-1931	Villa de Bilbao	1858
Excelsius	1931-1932		

Fuente: *Elaboración propia realizada a partir de la Base de Datos KLIMAT XX*

Tabla 1: Relación de periódicos cuya información meteorológica y climática se halla recogida en la Base de Datos KLIMAT XX en el periodo de 1850 a 1950.

2. La creación de la base de datos KLIMAT XX se enmarca dentro de un proyecto ambicioso titulado «Fuentes para el estudio del clima en el País Vasco», que está siendo elaborado por el Grupo de Climatología de la U.P.V./E.H.U., bajo la dirección y coordinación de José Antonio Aranda, Responsable del Servicio Vasco de

Para conocer la adecuación de la prensa diaria a las necesidades de la sociedad vasca en materia de predicción e información meteorológica, es preciso identificar las estaciones y observatorios meteorológicos del País Vasco que colaboraron con los periódicos en la difusión de las mismas (Tabla 2). A grandes rasgos, podemos comprobar cómo emergen dos grupos de centros meteorológicos, que contribuyeron en la publicación de boletines durante un largo periodo de años. Nos referimos a las estaciones instaladas en los institutos de segunda enseñanza, por un lado, y al Observatorio Meteorológico de Igueldo (San Sebastián), por el otro.

Estaciones y observatorios meteorológicos	Fechas	N.º de noticias
Estación del Instituto Vizcaino de Bilbao	1885-1916	4647
Observatorio Meteorológico de Igueldo-San Sebastian (Boletín)	1902-1946	2743
Semáforo de Punta Galea (Vizcaya)	1930-1936	1830
Observatorio Instituto General y Técnico de Vitoria	1919-1946	1676
Observatorio de San Sebastián	1890-1902	1356
Observatorio del Instituto General y Técnico de Guipuzcoa (Boletín Meteorológico del Urumea)	1879-1885	1087
Observatorio Meteorológico del Aeropuerto Sondica (Vizcaya)	1921-1922 y 1948-1950	541
Observatorio Meteorológico del Instituto de Bilbao	1917-1918	258
Observatorio Meteorológico de Las Arenas (Vizcaya)	1921-1922	214
Servicio Meteorológico de Bilbao	1910	190
Observatorio Meteorológico de los Agustinos de Guernica	1917-1929	86
Observatorio Meteorológico de Archanda (Vizcaya)	1919	5
Observatorio Meteorológico de Machichaco (Vizcaya)	1902-1904	5

Fuente: *Elaboración propia realizada a partir de la Base de Datos: KLIMAT XX*

Tabla 2. Observatorios y estaciones meteorológicas vascas que publicaron noticias meteorológicas en la prensa diaria de la CAPV durante el periodo 1850-1950.

En el primer grupo, cabe destacar la Estación Meteorológica del Instituto Vizcaíno de Bilbao, centro que mayor número de noticias meteorológicas publicó en el periodo estudiado³. Otra estación reseñable, por ser la primera en publicar un boletín meteorológico diario

Meteorología del Gobierno Vasco. Este grupo, formado por Eugenio Ruiz Urrestarazu, Itxaro Latasa, Susana Zapiain, Marta Andrés y Gloria Latasa, que cuenta con la colaboración de tres equipos de becarios estudiantes de la Licenciatura de Geografía —uno por cada territorio—, ha publicado *El clima del País Vasco a través de la prensa. Euskal Herriko klima prentsaren bidez*. Servicio Vasco de Meteorología, 1998, en el que se explica, entre otras cosas, los contenidos y la utilización de la base de datos KLIMAT XX.

3. La Estación Meteorológica del Instituto de Bilbao, anteriormente *Colegio de Humanidades de Santiago* y a continuación *Colegio de Vizcaya*, fue creada por la *Diputación de Bizkaia*, la *Junta de Comercio* y el *Ayuntamiento de Bilbao*. Se trata de la primera estación meteorológica que se instaló en el País Vasco. La construcción se inició en 1844. Los primeros datos meteorológicos del Instituto de Bilbao no se publicaron hasta 1860, en el segundo *Anuario Estadístico de España*, correspondiente a los años 1859 y 1860, bajo la firma del Ca-

en el periódico *El Urumea*, fue la del Instituto General y Técnico de Guipúzcoa, en San Sebastián⁴.

Noticia pormenorizada merece la significativa presencia del Observatorio Meteorológico de Igueldo (San Sebastián) y su fundador Juan Miguel Orcolaga⁵. La importancia de este centro científico residió tanto en su ubicación estratégica para advertir la llegada de las galernas del Cantábrico, como en la publicación del primer *Boletín Meteorológico* en el País Vasco, de tirada mensual, a partir de 1903. Sus despachos meteorológicos se publicaban en los periódicos de las tres provincias vascas, debido a que sus datos y predicciones abarcaban toda la geografía vasca. El Observatorio se convirtió en el referente meteorológico del País Vasco en el siglo XX.

Un segundo punto que nos permitirá conocer el estado de la meteorología *amateur* en el País Vasco, es la identificación de los pronosticadores del tiempo que colaboraron con la prensa durante el periodo de estudio. Durante el último cuarto del siglo XIX, la prensa regional comenzó a publicar las primeras predicciones del tiempo, que eran realizadas por los llamados «astrónomos». Estos se caracterizaban por efectuar pronósticos a largo plazo y para áreas geográficas extensas. Por lo general, se trataban de aficionados de otras provincias del Estado, que, basándose en las fases lunares y en procedimientos intuitivos y especulativos, elaboraban predicciones mensuales y quincenales. Así, por ejemplo, los astrónomos Castillo, Lapiderra, Noherlesoom, Herrera, etc., gozaron de una reputada fama.

El cambio de siglo trajo consigo una renovación en cuanto a los propios personajes y a las características de las predicciones. Los nuevos pronosticadores, llamados a partir de este momento «ilustrados meteorólogos», fueron personajes vinculados a la realidad social vasca: el vicario de Zarauz (Juan Miguel Orcolaga), el vicario de Durango (Juan Arrinda), el «cashero» de Régil (Patxi), el agricultor de Salvatierra (Dionisio Preciado), etc.. El otrora pronóstico extenso y a largo plazo dio paso a una predicción más local, familiar y cercana en el tiempo —predicción de uno a varios días—, que se fundamentaba en una simbiosis de conocimientos populares e intuitivos con procedimientos más o menos científicos. Normalmente, las predicciones, cortas y concisas, eran enviadas por vía telegrama a las diputaciones provinciales, lugar desde donde se difundían a los pueblos interiores y costeros.

tedrático de Física Manuel del Naverán. Véase: GARCÍA RETAMERO, C. (1897) *Breve exposición y resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Estación de Bilbao durante el periodo de treinta años contados desde 1º de Enero de 1865 a 31 de Diciembre de 1894*, Bilbao, Imprenta de Luis Dochao (Viuda de Delmas).

4. La Estación se instaló en 1878 en el tejado del *Instituto Libre Municipal* de segunda enseñanza, sito en la calle Andía, en el edificio que más tarde ocupó *Correos y Telégrafos*. En 1880, el Instituto pasó a denominarse *Instituto General y Técnico de Guipúzcoa*. Paulino Caballero, director del centro y *catedrático de Física y Química*, se encargó de las observaciones meteorológicas hasta 1893, año en que fue sustituido por José de la Peña Borreguero, también *Catedrático de Física y Química*.

5. La creación del centro no fue sencilla. Existió una gran controversia entre las Diputaciones de Gipuzkoa y Bizkaia. Al parecer, se pensaba ubicarlo en un principio en el cabo de Matxitxako (Bizkaia), pero consideraciones de índole técnico aconsejaron instalarlo en el monte Igeldo (Gipuzkoa). Para más información sobre el citado Observatorio y el papel de J.M. Orcolaga, véase: LABURU, M. (1988) *Juan Miguel Orcolaga y el Observatorio Meteorológico de Igueldo*, San Sebastián-Donostia.

PRONOSTICADORES	Nº DE PREDICCIONES	FECHAS
Orcolaga (se desconoce el nombre)	5027	1901-1938
Juan Miguel Orcolaga	105	1901-1914
Pedro Orcolaga	77	1906-1925
Juan Arrinda (de Bériz)	1859	1902-1937
Dionisio Preciado	112	1911-1915
Zugazaga	53	1925-1929
Patxi (Cashero de Régil)	32	1949-1950
Bernardino Ochoa	25	1911
Astrónomo Pola	11	1921-1928
José Joaquín Gárate (Osolo)	7	1924-1932

Fuente: *Elaboración propia realizada a partir de la Base de Datos: KLIMAT XX*

Tabla 3. Pronosticadores del tiempo que publicaron predicciones meteorológicas en la prensa diaria de la CAPV durante el periodo 1900-1950.

La reputación de J.M. Orcolaga no se debió sólo a su destacado papel en el creación del Observatorio de Igeldo, sino al elevado acierto de sus predicciones en materia de borrascas y galernas, así como, a la invención de numerosos aparatos meteorológicos. Sus partes, breves y concretos, que generalmente hacían referencia a la dirección del viento, eran enviados a través de telefonemas a las diputaciones y a diferentes centros españoles y extranjeros. El y su hermano Pedro, quien se hizo cargo del Observatorio a partir de 1914, constituyeron los máximos exponentes de la meteorología *amateur* vasca con fines predictivos.

El último punto de nuestro estudio hace referencia a la tipología de noticias de naturaleza meteorológica que aparecieron en la prensa. De este modo, se pretenderá conocer y analizar cómo evolucionaron en el tiempo las noticias meteorológicas. Se intentará dar respuesta a preguntas como: ¿qué tipos de noticias tenían cabida?, ¿cuándo se publicaron las primeras predicciones del tiempo?, ¿dónde y quiénes las publicaron?, y, también, ¿en qué grado han variado los boletines meteorológicos?

Con objeto de trazar una clasificación tipológica orientativa, se pueden distinguir cuatro grandes grupos de noticias meteorológicas: los partes o gacetillas del tiempo, las predicciones descriptivas, los boletines meteorológicos (con y sin carácter predictivo) y las noticias variadas. El primer grupo corresponde a un tipo de noticia que data de la segunda mitad del siglo XIX, que se caracterizaba por la descripción cualitativa, desde un punto de vista social y costumbrista, del estado del tiempo en el día anterior. Las noticias incluían los fenómenos meteorológicos, además de cuestiones relacionadas con éstos, como los problemas que ocasionaban, los diversos riesgos, las soluciones propuestas... El segundo grupo consiste en los pronósticos a largo plazo y para zonas muy extensas, que realizaron los llamados «astrónomos» durante el último cuarto del siglo XIX. Estos venían, a menudo, acompañados de menciones a dichos populares vinculados al comportamiento de la temperie, así como de diferentes juicios de valor, alabando o censurando el *modus operandi* de otros compañeros.

Los boletines meteorológicos, por su parte, fueron referencias del empleo del medio escrito como fórmula de difusión de los datos y predicciones meteorológicos. Nos consta que el primer boletín no predictivo publicado en prensa, en el periódico *El Urumea*, el día 15 de diciembre de 1879, fue elaborado por Paulino Caballero, catedrático de Física y Química del

Instituto General y Técnico de Guipúzcoa. Si en un inicio figuraban datos relativos a la temperatura, presión, dirección y velocidad del viento, a medida que nos adentramos en el siglo XX se observa una paulatina inclusión de más magnitudes físicas, tales como la visibilidad, humedad, lluvia, evaporación, estado de la mar, etc., así como de la prognosis del tiempo. Su incorporación en la prensa diaria, a través de los boletines, significó un indicador objetivo de la implantación de la ciencia meteorológica en el país. A partir de la Guerra Civil, los meteorólogos elaboraron los boletines de carácter predictivo con un lenguaje moderno —parecido al que se utiliza hoy en día—, que se caracterizaba por la conjunción de datos cuantitativos y cualitativos, acompañados de mapas y tablas.

Finalmente, el cuarto grupo —el más numeroso— hace mención a noticias de diferente índole que se publicaron a lo largo de todo el periodo. Así, un ingente número de éstas se refiere a sucesos extraordinarios relacionados con los fenómenos atmosféricos (inundaciones, temporales, nevadas históricas, galernas, granizadas, etc.); otras son teorías meteorológicas de carácter global; los inventos e ingenios de instrumentos meteorológicos; los intentos de producción de lluvia artificial; y un sinnúmero de noticias curiosas e inimaginables.

Agradecimientos

El autor de esta comunicación quiere hacer público su agradecimiento a Ana Sáez de Olazagoitia, becaria del Departamento de Geografía de la U.P.V., por la ayuda y atención dispensada, sin la cual difícilmente habría podido llevarse a cabo el presente trabajo. También quiere reconocer la gentileza mostrada por José Antonio Aranda y Eugenio Ruiz Urresarazu, al facilitarme el acceso a la base de datos KLIMAT XX.

SISMOLOGIA COLONIAL: LA INTRODUCCIÓ DE LA SISMOLOGIA INSTRUMENTAL A LES ILLES FILIPINES (1865-1901)

Josep Batlló Ortiz

Departament de Matemàtica Aplicada I. Universitat Politècnica de Catalunya.
Departament de Geodinàmica i Geofísica. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *sismologia, sismògraf, illes Filipines, Observatori de Manila.*

Colonial Seismology: the introduction of instrumental seismology in the Philippine Islands

Summary: Instrumental seismology in the Philippine Islands started at the Manila Observatory after 1865. Its early development shows some characteristic features: It developed faster than in Spain (the dominating power at that time) and it is the unique example of development of the Italian seismological tradition in the Far East. Otherwise, seismological studies on the colonial Philippine Islands were not reduced to the research done at the Manila Observatory. Other interesting developments (mainly related to the seismological engineering) took place at that time. An introductory study, discussion and evaluation of the initial moments of instrumental seismology in Philippines and the related seismological research is presented.

Key words: *seismology, seismograph, Philippine Islands, Manila Observatory.*

Introducció

Podem situar el naixement de la sismologia (com a ciència moderna), a les illes Filipines, poc després dels anys cinquanta del segle XIX, a l'època de la colònia espanyola. Per tant, segueix molt de prop en el temps el desenvolupament d'aquesta ciència a Europa. Aquests inicis de la sismologia instrumental a les Filipines presenten caràcters molt definits i diferents dels que trobem a la península Ibèrica. Per una part, la sismologia instrumental al temps de la colònia es troba íntimament lligada al naixement i evolució de l'Observatori de Manila, fundat per la Companyia de Jesús l'any 1865. Per altra part, el seu desenvolupament, tant en termes científics com organitzatius, es produeix de forma més ràpida que a la península Ibèrica. Finalment, ultra el treball realitzat per l'Observatori de Manila, trobem altres iniciatives que, donada la magnitud del llegat de l'Observatori, han quedat fins ara molt en segon pla; però no poden ésser menystingudes en absolut.

L'Observatori de Manila

Com hem dit abans, l'Observatori de Manila va ésser fundat l'any 1865. Els seus inicis estan lligats a l'anomenat «Ateneo Municipal» (escola d'ensenyament primari i secundari, pertanyent al Consell Municipal de la ciutat de Manila, regentada pels jesuïtes). Es tractava, a l'inici, d'un observatori de caire geofísic, no pas astronòmic. Es va orientar principalment a l'estudi dels ciclons tropicals («baguïos», com s'anomenen a les illes Filipines); però des del primer moment es va dedicar també atenció als terratrèmols i volcans, fenòmens molt freqüents a les illes Filipines. Com antecedent immediat de la seva dedicació als estudis sísmològics trobem els terratrèmols que varen afectar greument la ciutat de Manila l'any 1863. No entrarem aquí a descriure i valorar el naixement i l'evolució general de l'Observatori, explicats a Saderra (1915) i analitzats a Roca (1992), i ens centrarem directament en els treballs de sismologia.

Pel que fa a aquests treballs, direm que no està clar que l'Observatori disposés d'instruments d'observació sísmica des del mateix moment de la seva fundació, si bé és molt probable. Concretant, Su (1988) afirma que el registre instrumental va començar el 1866; però la primera indicació totalment certa de la seva existència la trobem l'any 1869, en què disposem ja de dades enregistrades pels primers aparells (Saderra, 1895). El mateix autor ens informa que aquest registre instrumental va patir diverses interrupcions (degudes a la falta de personal o a canvis de locals) fins a l'any 1877, en què les observacions varen regularitzar-se definitivament. Els primers instruments eren molt senzills; es tractava de pèndols molt simples dissenyats i construïts a Manila (vegeu figura 1). Aquests tipus d'instruments encaixen més en la categoria de sismoscopis que en la de sismògrafs. L'any 1880, arran dels grans terratrèmols que varen sacsejar la ciutat de Manila, es va decidir adquirir nova instrumentació, d'origen,



Figura 1: Fotografia del pèndol simple horitzontal construït a París al voltant de 1880. Una punta de vidre a l'extrem inferior del pèndol dibuixava una gràfica sobre un casquet esfèric de vidre prèviament fumat (de Macelwane, 1947).

principalment, italià. La institucionalització de l'Observatori, l'any 1884 (ho veurem a l'apartat següent), i el seu trasllat a una nova seu molt més adequada (la nova escola Normal de Manila l'any 1886) són fites importants en el seu creixement. La instal·lació sísmica a la nova seu era àmplia i molt adequada respecte als estàndards considerats a l'època. Finalment, a partir de l'any 1889, amb el nomenament d'un director de la secció sísmica per part del govern espanyol, i les dotacions pressupostaries corresponents, trobem una nova posada al dia dels instruments, i veiem aparèixer, per primera vegada, sismògrafs d'origen anglojaponès. Aquesta última disposició instrumental va perdurar fins al final de la colònia espanyola. A la taula 1 presentem una llista dels diferents instruments de registre sísmic utilitzats a l'Observatori de Manila des de 1865 fins a 1901.

Com a impulsor principal de tots aquests treballs haurem de mencionar Frederic Faura (1840-1897), jesuïta natural d'Artés, al Bages, que fou el principal director d'aquesta institució des de 1867 fins a la seva mort.

La institucionalització de la sismologia a les Filipines

En el moment de la seva fundació, l'Observatori de Manila depenia d'una iniciativa de caire totalment privat. La qualitat del seu treball, desenvolupat principalment en el camp de la meteorologia tropical, i la seva aplicació pràctica en la distribució d'avisos de «baguíos», van fer que en pocs anys fos molt apreciat per diverses instàncies oficials (tant científiques com administratives), tant de les illes Filipines com d'altres punts de l'Orient Llunyà. Aquest reconeixement es va estendre al camp de la sismologia, especialment en ocasió de la sèrie sísmica que va afectar greument la ciutat de Manila l'any 1880. El governador de les Filipines, el general Fernando Primo de Rivera, va demanar sistemàticament informació sobre la crisi sísmica al llavors director de l'Observatori, Frederic Faura. El mateix Faura va formar part de totes les comissions tècniques que van analitzar i gestionar la crisi. També sismòlegs estrangers de molt renom a l'època, com el mateix Milne varen lloar obertament la tasca realitzada per l'Observatori.

El conjunt de totes aquestes actuacions va fer que, en l'any 1884, l'Estat espanyol oficialitzés la tasca que feia l'Observatori de Manila en crear l'anomenat «Servicio Meteorológico de la Isla de Luzón» (Real Orden del 28 d'abril de 1884). Aquesta oficialització corresponia, molt especialment, als serveis meteorològics que realitzava l'Observatori; però l'augment general del finançament del centre i el lligam estret a l'època entre les dues ciències —sismologia i meteorologia— fa que la secció sísmica se'n beneficiï directament. Un pas més enllà es produeix l'any 1890, quan mitjançant una altra «Real Orden» (amb data 18 de març) es nomena un director de la secció sísmica de l'Observatori de Manila, Joan Vives, també professor del col·legi del «Ateneo» i jesuïta, el qual va ésser substituït un any després per Miquel Saderra-Masó (rellevat l'any 1896 per José Coronas). Aquesta situació administrativa es mantingué fins al final de la dominació espanyola a les Filipines, l'any 1898.

L'arribada d'una nova administració, exercida pel govern dels Estats Units d'Amèrica, no va suposar cap canvi immediat en la situació de l'Observatori de Manila. L'administració nord-americana, reconeixent la tasca que realitzava l'Observatori, va confirmar, en primera instància, la seva situació, i va assumir les responsabilitats econòmiques i administratives fins llavors a càrrec del Govern espanyol, sense introduir canvis immediats en la es-

tractura i funcionament de l'Observatori. Aquesta situació es mantingué fins a l'any 1901, en que es va instaurar un nou govern autònom filipí. Es crea en aquest moment una nova institució dedicada als estudis meteorològics i geofísics en general, el «Philippine Weather Bureau» (que també inclou una nova xarxa sísmica), molt més extens que l'anterior, amb seu central a l'Observatori de Manila i dirigit pel seu director, tot i que la Companyia de Jesús conservà la propietat de l'Observatori pròpiament dit. Aquest servei perdurà amb aquesta estructura fins a l'any 1941, en què la invasió japonesa el desarticulà, i la seva validesa legal s'estén fins a l'any 1946, en què un nou «Philippine Weather Bureau», deslligat de l'Observatori (destruït físicament pels japonesos en la seva retirada l'any 1945), pren el relleu de l'anterior. Però l'evolució de l'Observatori a partir de l'any 1901 forma ja part d'una altra història, que deixarem per a una altra ocasió.

Altres estudis i iniciatives

La recerca sismològica a les Filipines a l'època de la colònia no es limità només als treballs realitzats a l'Observatori de Manila. Hi hagué altres iniciatives principalment lligades al cos dels enginyers de mines, encara que no amb exclusivitat; ja que també trobem enginyers militars i de camins que treballaren en aquest tema.

Primerament parlarem dels intents d'estendre l'observació instrumental a altres llocs de les illes Filipines. Ja a l'any 1880, Faura proposà a les autoritats de la colònia la creació d'una xarxa meteorològica-sísmica a l'illa de Luzón (Saderra, 1915), que havia d'aprofitar les estacions telegràfiques existents. Aquesta idea no prosperà, i trobem que, a l'any 1881, és el director de la Inspecció General de Mines José Centeno, qui proposa al ministeri d'ultramar la creació d'un servei sismològic filipí (inicialment amb sis estacions). Aquesta proposta fou aprovada l'any 1882 mitjançant una «Real Orden» (Saderra, 1915), que no hem pogut localitzar fins ara. Tampoc es va desenvolupar aquesta xarxa i, posteriorment, es va reconduir el tema i es va decidir que un futur desenvolupament d'una xarxa sísmica es faria seguint el model proposat per l'Observatori. De fet, cal mencionar aquí que mentre Centeno es trobà al front de la Inspecció General de Mines filipina es va produir un estira-i-arronsa pels estudis sismològics entre l'Observatori de Manila i aquesta inspecció, ja que Centeno entenia que era un tema de competència exclusiva de la seva Inspecció. Mai, però, va haver-hi una concreció d'aquestes propostes durant el temps de la colònia i hauré d'esperar al protectorat nord-americà perquè es desenvolupi una xarxa sísmica.

Cal mencionar aquí que, si bé sense cenyir-se a cap pla concret, va existir una segona estació sísmica a les Filipines, encara que molt reduïda. Es trobava a la missió que els jesuïtes tenien a Cotabato, a l'illa de Mindanao. Disposava de dos sismoscòpis (Coronas, 1899), un pèndol horitzontal i un de vertical. El responsable de la instal·lació era el jesuïta Mariano Suárez i, per les dades que disposem, va funcionar des de 1893 fins, com a mínim, a l'any 1897.

Sembla que aquest escrit és el primer en què fem referència explícita d'aquesta estació. Es fa estrany que fins ara mai no se n'hagi parlat obertament. Autors com Su (1988) inclouen còpies de gràfiques obtingudes a aquesta estació i publicades anteriorment, i Repetti (1946), al seu catàleg de terratrèmols de les Filipines, dóna lectures dels aparells instal·lats a Cotabato; però per ambdós autors passa totalment desapercebuda l'existència d'aquesta se-

gona estació. Per altra banda, Mariano Suárez no era un simple missioner que prenia nota de les observacions sinó que va arribar a dissenyar sismoscopis per a futures estacions secundàries (Solá, 1903).

Per altra part, també cal puntualitzar que, aprofitant les estacions meteorològiques dependents de l'Observatori de Manila, es va establir una xarxa d'observadors sismològics que, per telègraf, informaven immediatament a l'Observatori dels efectes macrosísmics de qualsevol terratrèmol.

Els treballs realitzats a les Filipines respecte a l'estudi de terratrèmols concrets i la mitigació dels seus efectes ocupen també un lloc destacat. Primerament, era norma que l'autoritat colonial ordenés la realització d'estudis particulars sempre que s'esdevenia un terratrèmol destructiu. Aquest és el cas dels terratrèmols que afectaren Manila l'any 1863. L'interès creixent per investigar-los va fer que es tendís a la publicació d'aquests estudis, com és el cas dels terratrèmols que afectaren Manila l'any 1880 (Centeno, 1885) o Nueva Vizcaya l'any 1881 (Abella, 1884). Aquests treballs es realitzaven amb independència de la tasca de l'Observatori, i els seus autors eren enginyers militars a la primera i, posteriorment, enginyers de mines adscrits a la Inspecció General de Mines. L'estudi d'aquests treballs ens revela que els seus autors estaven perfectament al dia en el desenvolupament dels estudis sismològics, principalment dels corrents italians.

També trobem treballs que aborden el tema de la construcció antisísmica. Citarem primerament el treball de Cortés (1873), amb una nova edició revisada després dels terratrèmols de 1880. Es tracta d'un manual molt elemental; però no ens deixa de sorprendre la data avançada de la seva publicació. També tenim notícia que, en ocasió dels terratrèmols de l'any 1880, es van publicar a la «Gaceta de Manila» unes normes de construcció antisísmica (no hem pogut; però, trobar l'original i en coneixem l'existència per la referència que en fa Cerezo, 1890) que havien d'aplicar-se a totes les construccions. Són una de les primeres (si no la primera) normatives sísmiques que coneixem a tot el món. Mereix un comentari a part el treball «Estudio sobre la resistencia y estabilidad de los edificios sometidos a huracanes y terremotos» de l'enginyer militar Rafael Cerezo (1890). És un treball molt complet, on l'autor fa un repàs de les causes de risc que afecten les edificacions davant d'huracans i terratrèmols per, a continuació, fer un estudi quantificat de mesures per prevenir-los. Tant la bibliografia citada en el treball com el formulisme matemàtic i físic emprat, mostren l'autor amb uns coneixements aprofundits sobre el tema.

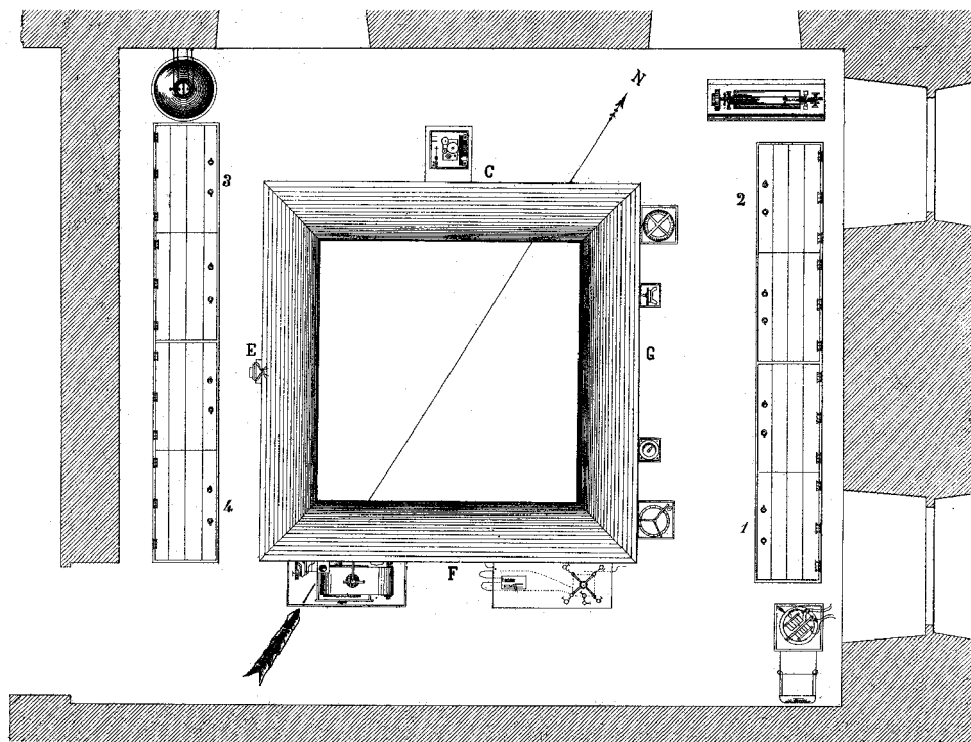
No acabarem aquest apartat sense citar l'existència d'altres investigadors, que podríem anomenar «francitiradors». És el cas del comandant d'artilleria Manuel Herrera, que es construí ell mateix un aparell del tipus tromomètric i publicà alguns resultats de les seves observacions fetes a Manila i Siniloan (Herrera, 1888).

Discussió

Veiem, a partir de tots els fets presentats fins ara, que les illes Filipines, si bé poden considerar-se com un lloc feréstec i endarrerit al temps de la colònia espanyola, desenvoluparen uns estudis sismològics importants; més, per una part, que els desenvolupats a la península Ibèrica a la mateixa època, i també d'un nivell alt respecte als estudis existents arreu al mateix moment. Una primera raó per aquest desenvolupament és clara: la sísmicitat de les illes

Filipines és molt més elevada que la de la península Ibèrica. Analitzem, però, perquè pot considerar-se important.

Un primer punt a considerar aquí és la qualitat dels aparells utilitzats a l'Observatori. Ja hem dit que els aparells inicials eren molt senzills; però si considerem l'any que varen ésser instal·lats veurem que eren molt comuns a l'època. En comparació, direm que a Tòquio, un lloc amb estudis sismològics «avançats», no van començar els registres amb pèndols fins a l'any 1873 (clarament després que a Manila), i el primer sismògraf pròpiament dit no s'instal·là a Tòquio fins a l'any 1880 (Dewey and Byerly, 1969). És clar, doncs, que Manila va ésser una de les primeres estacions (si no la primera) amb registre sísmic instrumental de l'Orient Llunyà. Això justifica també les lloances de Milne respecte al treball desenvolupat per l'Observatori durant els terratrèmols de l'any 1880. La figura 2 mostra la distribució dels aparells de registre sísmic al voltant de 1895, i permet copsar la magnitud de la instal·lació realitzada.



DEPARTAMENTO SÉISMICO

Figura 2: Esquema de la planta baixa de la instal·lació de sismògrafs de l'Observatori de Manila. Al costat C hi ha el sismògraf Gray-Milne; al costat G, de dalt a baix, el pèndol horitzontal de 1866, tromòmetre Bertelli, pèndol vertical i pèndol horitzontal de 1881; al costat F, d'esquerra a dreta, el sismògraf analitzador Cecchi i el protosismògraf Rossi; al costat E, l'auricular d'un micròfon; a les cantonades NW i SE els dos micròfons sísmics, i a la cantonada NE un mareògraf (de Saderra, 1895).

Per altra banda, donada la formació científica italiana (o italianitzant) dels jesuïtes de l'Observatori de Manila, no és d'estranyar que les observacions sísmiques es cenyissin principalment al model italià (en contraposició als desenvolupaments realitzats per alemanys, o per anglesos i japonesos a Tòquio). Així doncs, des de 1881 es varen realitzar observacions

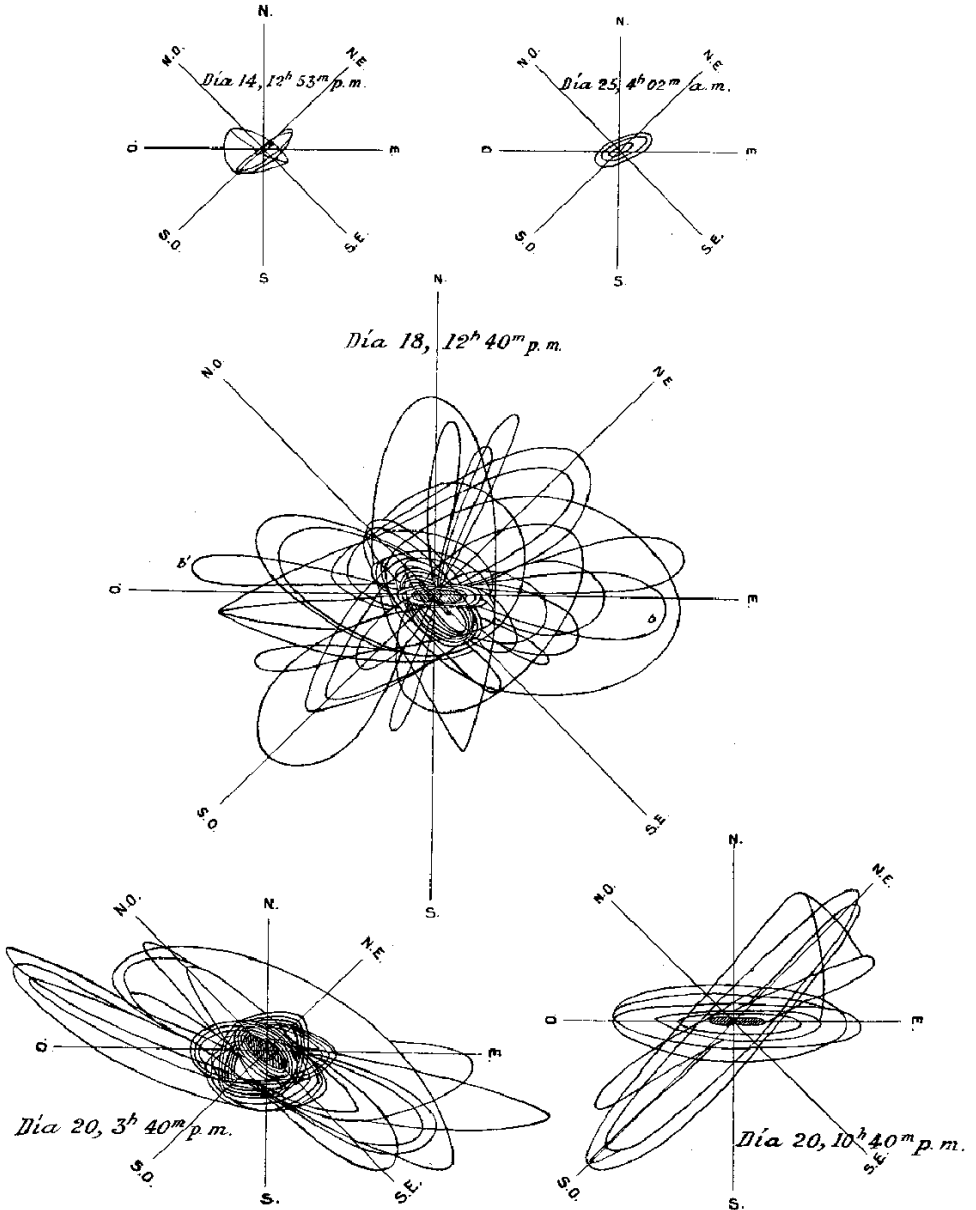


Figura 3: Reproduccions d'alguns dels registres obtinguts pel pèndol horitzontal en ocasió dels terratrèmols de 1880 a Manila (de Saderra, 1915).

tromomètriques regulars, i els seus resultats es publicaren regularment al butlletí de l'Observatori. L'any 1889 s'instal·laren, també, dos micròfons sísmics. Aquest és l'únic cas d'implantació de la «tradicció sismològica» italiana a l'Orient Llunyà. Però el fet de seguir la tradició sismològica italiana no obsta que l'Observatori estigués atent a les innovacions que es produïen en el registre sísmic; així, el mateix any 1889 s'adquireixen sismògrafs Gray-Milne i Ewing d'origen anglojaponés, la qual cosa suposa que s'havia copsat la innovació que aquests aparells suposaren respecte als anteriors.

Respecte al treball científic en el camp de la sismologia, cal dir que l'anàlisi de les realitzacions fetes a l'Observatori mostra que la tasca realitzada en aquest centre és més de transmissió de la ciència que no pas d'innovació. Una transmissió, això sí, molt al dia, que utilitzava a cada moment les tècniques i els recursos que semblaven més adients entre els que tot just es desenvolupaven arreu.

Hi ha un moment, però, de veritable innovació que pot atribuir-se a l'Observatori. Correspon a la seva actuació durant els terratrèmols de 1880. L'informe final publicat per Faura al butlletí de l'Observatori de Manila corresponent al mes de juliol amb el títol «Observaciones seismométricas de los Terremotos del mes de Julio de 1880» presenta per primera vegada al món una anàlisi de resultats instrumentals per un terratrèmol (vegeu algunes de les gràfiques obtingudes a la figura 3).

Ja hem comentat la modernitat de la instrumentació sísmica utilitzada. Per altra part,

Sismògraf	Anys	Component	Període	Velocitat registre	Tipus registre
Pèndol horitzontal	1867-1944?	Horitzontal	1.5	No	
Pèndol vertical	1867-1944?	Vertical		No	
Pèndol horitzontal	1881-1944?	Horitzontal	1.5?	No	Vidre fumat
Tromòmetre Bertelli	1881-1902	Horitzontal		No	No
Protosismògraf Rossi	1882?-1902?				
Sismògraf analitzador Cecchi	1882-1902?	Horitzontal; Z			Paper fumat
Microsismògraf elèctric Cecchi	1889-1902?	Horitzontal; Vertical			Paper fumat
Gray-Milne (núm. 1)	1889-1944?	N-S; E-W; Z		4 mm/min	Tinta
Gray-Milne (núm. 2)	1889-1944?	N-S; E-W; Z		4 mm/min	Tinta
Micròfon 1	1889-1902?				
Micròfon 2	1889-1902?				
Sismògraf elèctric Ewing	1889-1902?				

Taula 1: Sismoscòpis i sismògrafs instal·lats a l'Observatori de Manila des de la seva fundació fins a 1901. Consignem el nom de l'aparell, els anys que va funcionar, les direccions del moviment del sòl que enregistrava (*component*), el seu període propi (*període*), la velocitat del seu registre i com quedava escrit (*tipus de registre*). Observem que la majoria dels aparells van continuar enregistrant terratrèmols en èpoques posteriors. Els interrogants signifiquen que no tenim prou confiança en la dada.

els estudis macrosísmics també varen desenvolupar-se àmpliament. A l'estudi de Centeno (1885) sobre els terratrèmols de 1880 hi trobem el primer mapa d'intensitats realitzat immediatament després d'un terratrèmol (abans que es fes a la península). Al llibre de Saderra (1895) trobem un mapa d'intensitats macrosísmiques pel terratrèmol del dia 23 de maig de 1870 (encara que fet *a posteriori*) i per a tots els terratrèmols importants que segueixen des d'aquell moment. També sabem per Cerezo que a l'any 1889 aquest treball ja es feia regularment a l'Observatori per a tots els terratrèmols importants. En qualsevol cas, el llibre de Saderra presenta la informació macrosísmica sistematitzada en una forma encara actual ja a l'any 1895, i representa una novetat molt important.

El mateix llibre de Saderra (1895), que presenta un catàleg sistematitzat de terratrèmols de les Filipines des de 1599, és una novetat considerable per l'època. Només cal dir que per trobar alguna cosa semblant a la península s'haurà d'esperar fins als treballs de Sánchez-Navarro Neumann (1921) o, preferentment, Galbis (1932).

El mateix grau de modernitat podem atribuir als treballs de camp realitzats en ocasió de terratrèmols concrets pels enginyers de la «Inspección General de Minas».

Per acabar, incidirem en el grau de desenvolupament organitzatiu dels estudis sísmològics a les Filipines. Ja hem dit que des de l'any 1890 el Govern espanyol va nomenar i pagar dels fons públics un cap de la secció sísmica a l'Observatori de Manila. Només afegirem que, a la península, la primera persona dedicada plenament a la sismologia amb fons públics és l'enginyer Mier, a l'any 1905 i, per tant, quinze anys més tard que a les Filipines.

Bibliografía

- ABELLA, E. (1884), *Informe sobre los terremotos de Nueva Vizcaya (Filipinas) en 1881*, Madrid.
- CENTENO, J. (1885), *Memoria sobre los Temblores de tierra ocurridos en Julio de 1880 en la Isla de Luzón*, Madrid.
- CEREZO, R. (1890), *Estudio sobre la resistencia y estabilidad de los edificios sometidos a huracanes y terremotos*, Imprenta y litografía del depósito de la guerra, Madrid, 87 p. + 5 làmines.
- CORONAS, J. (1899), *La actividad sísmica en el Archipiélago Filipino durante el año 1897*, Manila, Observatorio de Manila, 138 p.
- CORTÉS, J. (1873), *Los terremotos, sus efectos en las edificaciones, y medios prácticos para evitarlos en lo posible*, Manila.
- DEWEY, J.; BYERLY, P. (1969), «The early history of Seismometry (to 1900)», *Bulletin of the Seismological Society of America*, 59, 183-227.
- GALBIS, J. (1932), *Catálogo Sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E. y 20° W. de Greenwich y los paralelos 45° y 25° N. Tomo I*, Madrid, Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística.
- HERRERA, M. (1888). «Análisis de los movimientos sísmicos y microsísmicos», *Crónica Científica*, 11, 49-56.
- MACELWANE, JAMES B. (1947), *When the Earth Quakes*, Milwaukee, The Bruce Publishing Company, xii + 288 p.
- REPETTI, WILLIAM C. (1946), «Catalogue of Philippine Earthquakes, 1589-1899», *Bulletin of the Seismological Society of America*, 36, 133-322.

ROCA ROSELL, A. (1992), *La física en la Catalunya finisecular. El joven Fontserè y su época*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid (tesi doctoral).

SADERRA MASÓ, MIGUEL (1895), *La seismología en Filipinas*, Manila, Observatorio de Manila, 125 p + figures.

SADERRA MASÓ, MIGUEL (1915), *Historia del Observatorio de Manila*, Manila, E. C. McCullough & Co., Inc., 210 p + figures.

SÁNCHEZ-NAVARRO NEUMANN, M. M. (1921), «Lista de los terremotos más notables sentidos en la Península Ibérica desde los tiempos más remotos, hasta 1917, inclusive con ensayo de agrupación en regiones y periodos sísmicos», A: Sánchez-Navarro Neumann, M. M. (ed.), *La Estación Sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada). Memorias y trabajos de vulgarización científica*, Granada, Imprenta Granadina Ros, 1-73.

SOLÀ, M. (1903), *Report of the Philippine Weather Bureau. 1902. Part II*, Manila, Meteorological Service of the Philippine Islands, 68 p.

SU, S. S. (1988), «Historical Seismograms of the Manila Observatory», A: Lee, W. H. K. et al. (ed.), *Historical Seismograms and Earthquakes of the World*, San Diego, Academic Press, Inc., 490-496.

NOTICIA SOBRE EL CATEDRÁTICO DE INSTITUTO PEDRO ALIAGA Y MILLÁN (HELLÍN, 1839 - VALENCIA, 1915)

María Cinta Caballer Vives

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Palabras clave: *Pedro Aliaga, educación, instituto, catedrático, oposición, matemáticas.*

Information about the Secondary School teacher, Pedro Aliaga Millán (Hellín 1839-Valencia 1915)

Summary: *Pedro Aliaga Millán was a Mathematics teacher who, between the end of 19th century and the beginning of the 20th century, taught at Secondary Schools in Castellón and Valencia. At that time he also wrote several Mathematics textbooks for teaching.*

Key words: *Pedro Aliaga, education, Secondary School, teacher, public examination, Mathematics.*

Pedro Aliaga Millán¹ nace en Hellín (Albacete), el 23 de agosto de 1839. Su familia, en 1848, se establece en Castellón, (Martí,1988) ciudad a la que Aliaga estará vinculado la mayor parte de su vida. Cursa diferentes estudios obteniendo las titulaciones de Doctor en la Facultad de Medicina (Sobresaliente), Bachiller en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (Sobresaliente) y Bachiller en la Facultad de Filosofía.

Por R.O. de 16/3/1865 es nombrado catedrático numerario de *Elementos de Matemáticas* del Instituto de Segunda Enseñanza de Ávila con un sueldo anual de 8.000 reales, cátedra a la que accede tras haber quedado el primero en la lista del concurso oposición para la provisión de la vacante de Matemáticas de Ávila y otros institutos. Dos días después, pide el traslado a una cátedra similar que oferta el Instituto de Castellón.

El 4/4/1865 solicita permiso para presentarse a las oposiciones de la cátedra de Fisiología de la Universidad de Valencia, siéndole concedida la licencia el 19/4/1865. No se tiene noticia de lo que aconteció en este concurso, aunque, lo cierto es que Aliaga seguirá vinculado a la docencia de las matemáticas.

El Instituto de Castellón cuenta con dos catedráticos de matemáticas, Pedro Aliaga y Domingo Herrero, quien está en el Instituto desde 28/2/1851; de modo que, cuando, de acuerdo a lo establecido en la R.O. de 9/10/1866, con fecha 27/11/1866 se declara excedente al profesor con menor antigüedad, Aliaga pasará a encargarse de la docencia de *Topografía*.

Al margen de su labor docente, Aliaga desempeñará cargos de gestión tanto en su primer destino como cuando, años después, estará al frente de la cátedra de Matemáticas en el Instituto de Valencia. Así, desde 1879 hasta 1881, Aliaga es secretario del Instituto de Castellón (Altava, 1993) y por R.O. de 7/2/1881 es nombrado director del mismo. Por otra R.O. de 28/3/1881 se le cesa. Aliaga será director del Instituto de Castellón de nuevo, durante nueve años, 17/3/91-19/9/1900, fecha en que dimitió².

Volviendo a su perfil docente, mediante una R.O. de 26/7/1892 se refunden las cátedras de matemáticas en los institutos de segunda enseñanza y se encarga su docencia a un solo profesor, lo que conduce a que, por R.O. de 31/7/1892, Pedro Aliaga tome a su cargo los dos cursos de matemáticas.

Conseguir una plaza en un instituto de Madrid era una ambición compartida por los catedráticos de secundaria de la época. Aliaga lo intentará en vano en dos ocasiones:

La primera de ellas,³ en 1895, opta por concurso de traslado a una vacante en el Instituto de San Isidro. Según el artículo 8^a del R.D. de 23/7/1894, y la R.O. de 21/12/1894, el orden de preferencia para las traslaciones es: 1º. Ser catedrático por oposición directa y estar desempeñando la cátedra de matemáticas; 2º. Ser catedrático no por oposición directa y estar desempeñando la cátedra de matemáticas. Se valora la antigüedad «rigurosa» y los méritos que «hayan contraído en su carrera profesional y científica».

En cuanto a la antigüedad, resulta el orden siguiente:

Santiago Moreno Rey	32 años
Pedro Aliaga Millán	30 años/1 mes/20 días
Pedro Andrés Catalán	30 años/1 mes/8 días.
Miguel Martínez García	30 años/0 meses/28 días
Manuel Labajo Pérez	29 años/10 meses/24 días
José Oriol	29 años/7 meses/10 días
Mateo Tuñón y Lara	29 años/2 meses/4 días
Salvador de la Cámara	26 años/1 mes/27 días
Horacio Bell	26 años/0 meses/2 días
Manuel Burillo de Santiago	25 años
Atanasio Lasala	23 años
Eduardo Mateo Iraola	22 años
Eusebio Sánchez Ramos	17 años
José M ^a Malaguilla	13 años
Jaime Comas y Martínez	11 años
Luis Vives Casademont	2 años

2. Según Martí (1988), en la década 1870-1880, Aliaga es vocal de la primera directiva de la *Liga de Contribuyentes*, será también vicepresidente de esta entidad. Miembro del Partido Posibilista, preside el comité local y es primer teniente de alcalde del Ayuntamiento de Castellón, desde 1/3/77 hasta 23/3/79. Consta que a finales de 1888 es presidente de la Comisión para el fomento de la Enseñanza Primaria y en 1889 firma el manifiesto contra el clericalismo. A partir de 1891, se le incluye en el Partido Liberal.

Se valora como mérito tener publicadas, como se expresa en el acta, «obras dedicadas a la enseñanza, que tienen informes favorables del Consejo de Instrucción Pública o de las Reales Academias declaradas oficialmente como de mérito en la carrera de los respectivos autores». En este sentido, Moreno, Aliaga, Martínez, Tuñón y Lara, Burillo de Santiago, Salvador de la Cámara, Lasala, Mateo Iraola, Sánchez Ramos, y Comas y Martínez, cuentan con publicaciones.

En el informe que emite el tribunal que juzga el traslado, se especifica que los catedráticos Burillo, Lasala, Iraola y Aliaga tienen las obras de texto utilizadas en matemáticas, «completas, si bien las del Sr. Burillo, por el orden en que desarrolla las materias que comprenden, por la extensión de las mismas y sus condiciones pedagógicas, deben preferirse a las demás que se hallan en análogas condiciones, en vista del examen comparativo que de ellas se ha hecho» El tribunal hace constar que después de la obra de Burillo destacan la de Lasala y la de Iraola.

A continuación se enumeran otros aspirantes que tienen publicaciones si bien éstas no cubren el programa por completo. Así se cita la *Geometría y Trigonometría* de Martínez García, las *Tablas de logaritmos* de Sánchez Ramos, la *Aritmética vulgar y la Cosmografía* de Moreno Rey, la *Aritmética* de Tuñón, la *Aritmética y Álgebra* de Cámara y la *Introducción al estudio de la Aritmética* de Comas.

En base a los conceptos a tener en cuenta, el 18/10/1895, quedan seleccionados, en el orden que sigue, los catedráticos:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. Manuel Burillo de Santiago | 9. Salvador de la Cámara |
| 2. Atanasio Lasala Martínez | 10. Jaime Comas |
| 3. Eduardo Mateo Iraola | 11. Pedro Andrés Catalán |
| 4. Pedro Aliaga y Millán | 12. Manuel Labajo |
| 5. Miguel Martínez García | 13. José Oriol |
| 6. Eusebio Sanchez Ramos | 14. Horacio Bell |
| 7. Santiago Moreno Rey | 15. José María Malaguilla |
| 8. Mateo Tuñón y Lara | 16. Luis Vives |

De modo que es Manuel Burillo de Santiago quien pasa a ocupar la vacante de Matemáticas de San Isidro.

Al año siguiente, Aliaga oposita de nuevo, esta vez a una cátedra de Matemáticas del Instituto Cardenal Cisneros⁴. En esta ocasión, los candidatos quedan, tras ser evaluados sus méritos, en el siguiente orden:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Miguel Martínez García | 7. Pedro Aliaga y Millán |
| 2. Atanasio Lasala Martínez | 8. Santiago Moreno Rey |
| 3. José Campalans y Garganta | 9. Eduardo Mateo Iraola |
| 4. José Angulo y Morans | 10. Manuel Portillo Jockman |
| 5. Faustino Pérez Ortíz | 11. Eusebio Sánchez Ramos |
| 6. José de Castro Pulido | 12. Mateo Tuñón de Lara |

4. A. G. A. Sec.E. C. Leg. 5504.

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 13. Horacio Bel y Román | 17. Miguel Ballesteros y Albarrán |
| 14. José Oriol Combelles | 18. Manuel Labajo Pérez |
| 15. Diego Monjó Vicens | 19. Luis Vives y Casademunt |
| 16. Manuel María Rodríguez y García | 20. Jaime Comas y Montaner |

De nuevo Lasala queda en segundo lugar, lo que provoca que algún miembro del tribunal se pronuncie contra el nombramiento de Miguel Martínez alegando las consideraciones hechas a favor de la obra de uno y otro matemáticos en el concurso anterior. Así mismo, Aliaga Millán presenta un recurso contra la decisión del tribunal: Si lo que se valora es la antigüedad frente a la obra publicada, como se deduce del hecho de no haberle sido concedida la plaza a Lasala, Aliaga reclama para sí la cátedra al ser el candidato que lleva mayor tiempo en activo⁵. Finalmente, ninguna de las voces alzadas será oída y Martínez será al fin quien ocupe la vacante de Madrid.

En febrero de 1901, Pedro Aliaga dice encontrarse en «una situación difícil en el Instituto de Castellón, por deplorables hechos caecidos recientemente», afirmación contenida en una instancia dirigida al ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes en la que solicita una excedencia al haber sido nombrado, el 6/2/1901, médico director interino de baños del Establecimiento Balneario de Fuensanta de Lorea en la provincia de Murcia, nombramiento hecho por el director general de Sanidad dependiente del Ministerio de la Gobernación. Conforme a lo solicitado, con fecha 23/2/1901, se le declara excedente, si bien unos meses después, el 1/6/1901 será nombrado catedrático numerario de *Física y Química* del Instituto de Valencia, en un concurso de excedentes, con el sueldo anual de 6.500 pta.

Encontramos pues, a Pedro Aliaga, separado del Instituto de Castellón, como catedrático de Física y Química del Instituto de Valencia. Manuel Martí Sanchís está ocupando la cátedra de Matemáticas en el mismo establecimiento y ambos solicitan permuta de sus respectivas cátedras lo que se desestima en 28/11/1901 alegando que un R.D. de 30/6/1897 prohíbe las permutas cuando existe una diferencia de edad y antigüedad mayor de 15 años entre los dos catedráticos y las asignaturas son «no declaradas análogas». No obstante, por R.O. de 23/6/1903, se les concederá dicha permuta, pasando a ser Aliaga, de nuevo, catedrático numerario de Matemáticas, con un sueldo anual de 6.500 pta. (3000 de sueldo base y 3.500 por quinquenios) y Martí y Sanchís catedrático numerario de Física y Química con un sueldo de 3.000 pta.

En Valencia Aliaga también se dedicará a la gestión siendo nombrado director del Instituto General y Técnico por una R.O. de 20/2/1905. Unos años más tarde, se denuncian irregularidades en la actuación de varios catedráticos del Instituto: Pedro Aliaga, Vicente Calatayud, Saturnino Milejo, Antonio Suárez y Modesto Giménez Bentrosa. A Aliaga se le acusa de realizar una mala gestión en su cargo como director, y así mismo de «falta de tacto para restablecer la armonía entre los profesores y corregir deficiencias del servicio» razón por la que, por R.O. de 19/4/1908, se le separa de la dirección del establecimiento. Pedro Aliaga recurrirá contra la R.O. del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes presentando, el 4/11/1908, un recurso contencioso administrativo en el Tribunal Supremo, recurso que se resuelve a su favor lo que le permite seguir como catedrático y director del Instituto de Valencia.

5. Las tomas de posesión en propiedad de Aliaga, Martínez y Lasala, son 12/4/1865, 4/5/1865 y 12/3/1872, respectivamente (Escalañón, 1878)

Con motivo de haber cumplido los 70 años, el 10/9/1909, Aliaga pide que se le abra un expediente, para determinar la continuidad en el ejercicio de sus funciones docentes (R.O. de 17/3/1901 y R.D. de 1/10/1910). Dicho expediente consta de la partida de nacimiento de Aliaga, certificados médicos en los que se avala su capacidad física e intelectual, un informe del vicedirector accidental Manuel Polo, diversos partes de faltas de asistencia a las clases, a los claustros y demás reuniones del Instituto firmados por el catedrático y vicesecretario del centro Francisco Morote y Greus y sendos informes de los ayudantes de la sección de ciencias José Fornet y Francisco Luis Llopis. Reunida esta documentación, el expediente pasa del Instituto al Consejo Universitario de la Universidad Literaria de Valencia quien, el día 22/3/1910, le da curso con informe favorable. Oído el parecer del Consejo Universitario, el 23/3/1910, el rector de la Universidad Literaria de Valencia, José María Machí apoya la solicitud de Pedro Aliaga y Millán de manera que el expediente pasa al Consejo de Instrucción Pública donde, según acta de 12/4/1910, se declara a Aliaga apto para seguir en activo. Por último, una R.O. de 15/4/1910 dispone continúe en el desempeño de su cátedra. No sólo sigue en activo en la docencia sino que sigue también como director del Instituto.

Cada dos años y hasta su fallecimiento, nos encontramos con otro expediente parecido. El primero de ellos se abre el 24/10/1911 y una R.O. de 5/12/1911 dispone que Aliaga continúe. El 1/1/1913 se le confirma en el cargo de catedrático numerario del Instituto de Valencia con un sueldo anual de 11.500 pta. Por otra parte, Aliaga aparece en la primera categoría del escalafón donde figura con el número 2. Por tercera vez, el 17/9/1913, solicita que se acredite de nuevo su aptitud para seguir en la docencia y una R.O. de 22/11/1913 dispone que continúe en el desempeño de su cátedra. No habrá un cuarto expediente, pues, el día 3/3/1915, fallece en Valencia el catedrático de Matemáticas y director del Instituto de esta ciudad.

Pedro Aliaga, al igual que otros catedráticos de Matemáticas de finales del XIX, es autor de varios manuales que, a partir de la fecha de su publicación, serían utilizados como libros de texto, fundamentalmente, en aquellos institutos donde él era responsable de la cátedra de Matemáticas. La primera obra publicada se titula *Elementos de Matemáticas: Aritmética y Álgebra*⁶ y en dos ocasiones, siendo catedrático del Instituto de Castellón, una de ellas el 26 de mayo de 1883 y otra el 27 de noviembre de 1889, dirige una instancia al director general de Instrucción Pública solicitando que su obra fuera examinada por el Consejo de Instrucción Pública a fin de ser juzgada de utilidad para la enseñanza. La sección tercera del Consejo de Instrucción Pública reunida el día 7 de mayo de 1892, según consta en acta publicada el 26/7/1892, dictamina que «este libro que comprende todas las materias que exigen los programas del primer curso de matemáticas, se halla desprovisto de aquel rigorismo deductivo e inflexible que lleva al ánimo del alumno hacia el cansancio sino es a la desesperación más completa en este importante género de estudios. El Sr. Aliaga, práctico en la enseñanza por los muchos años que a ella lleva dedicados, ha conseguido poner los conocimientos matemáticos que expone de tal modo comprensibles como lo exigen la edad de los estudiantes, que faltos de preparación para comprenderlos en condiciones ventajosas para emprenderlos con verdadera afición y positivos resultados, pues hermanando la sencillez con el rigor y exactitud de los razonamientos, despierta en el que estudia el espíritu de investigación propia del enlace y encadenamientos rigurosos que constituye el distintivo principal de las verdades que

forman estas asignaturas, todo lo cual hace se la pueda considerar como de utilidad reconocida para la enseñanza y pueda servirle al autor de mérito en su carrera profesional.»

Más adelante, siendo todavía catedrático de matemáticas del Instituto de Castellón, Aliaga completará su obra de *Elementos de matemáticas* con otro tomo correspondiente a las materias de Geometría y Trigonometría con lo cual quedaban cubiertas las cuatro asignaturas de matemáticas que se impartían en los programas de matemáticas de segunda enseñanza.

A continuación se dan las referencias de las dos obras citadas y demás publicaciones que escribiera Pedro Aliaga:

ALIAGA MILLÁN, Pedro (1882) *Elementos de matemáticas: Aritmética y Álgebra*, Castellón, Imprenta de J. Armengot.

* Segunda edición 1885, Castellón, Imprenta de J. Armengot.

* El tomo II, correspondiente a la parte de *Álgebra*, tiene una tercera edición en 1903, Valencia, Domenech.

* Hay una cuarta edición de 1911, Valencia, Domenech.

ALIAGA MILLÁN, Pedro (1895) *Elementos de matemáticas: Geometría y Trigonometría* Castellón. Imprenta y Librería de José Armengot.

ALIAGA MILLÁN, Pedro (1900?) *Atlas de nociones de geometría*. (Hojas con figuras geométricas)

ALIAGA MILLÁN, Pedro (1904) *Nociones de Geometría*. Valencia, Manuel Alufre.

ALIAGA MILLÁN, Pedro (1911) *Programa de Álgebra y Trigonometría*. Castellón. Imprenta y Librería de José Armengot.

ALIAGA MILLÁN, Pedro (1912) *Nociones de Aritmética*. Valencia, Hijos de F. Vives Mora.

ALIAGA MILLÁN, Pedro (1914) *Geometría elemental*. Valencia, Hijos de F. Vives Mora.

Con la presente comunicación se pretende hacer una aproximación a la figura de Pedro Aliaga. Quedan muchos aspectos de su trayectoria profesional por desvelar, así como el hacer un análisis de su obra. Se está trabajando en ello con la idea de situarlo en el contexto de la historia de las matemáticas del siglo XIX en España.

Bibliografía

Fuentes primarias

Archivo General de la Administración. Sec. Educación y Ciencia. Leg. 5583-17. Negociado de institutos: *Expediente personal de Pedro Aliaga Millán*.

Archivo General de la Administración. Sec. Educación y Ciencia. Leg. 6662: *Elementos de Matemáticas: Aritmética y Álgebra de Pedro Aliaga Millán. Informe del Consejo de Instrucción Pública de 26 de julio de 1892*.

Archivo General de la Administración. Sec. Educación y Ciencia. Leg. 5504: *Concurso por traslación a la cátedra de Matemáticas del Instituto Cardenal Cisneros de Madrid (1896-1897)*.

Archivo General de la Administración. Sec. Educación y Ciencia. Leg. 5491: *Provisión de la Cátedra de Matemáticas del Instituto de San Isidro por concurso de traslado (1895)*.

ESCALAFÓN (1878) *Escalafón general de los Catedráticos de Institutos de Segunda Enseñanza en 1º de enero de 1878*. Madrid, Imprenta del Colegio Nacional de sordo-mudos y de ciegos.

Fuentes secundarias

ALTAVA RUBIO, V. (1993) *Aportaciones al estudio de la Enseñanza Media en Castellón, 1846-1900*, Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. Universidad de Valencia.

MARTI, M. (1988) «Aproximació al personal polític castellanenc de finals del XIX (I): plantejament, fonts i mètode», *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, LXIV (3), 433-464.

1819: UN MANUSCRIT CURIÓS

T. Cadefau Surroca; M.A. Català Poch

IES Pere Borrell. Puigcerdà (Girona); Departament d'Astronomia i Meteorologia. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *moviment de la lluna.*

1819: A curious manuscript (poster)

Summary: *The idea of this poster appears as a result of the finding of a manuscript dated in 1819 in a old country house in Cerdanya (Catalan Pyrenees). It provides an approximate and simple way to calculate the phase in which the Moon appears in a particular day, that is to say «To deduce the day and the hours, and the amount of light given to our hemisphere we are in relationship to the Moon, any day of the year».*

Key words: *Lunar motion.*

La idea de presentar aquest pòster va sorgir de la lectura i anàlisi d'un manuscrit que es va trobar en una casa pairal de la Cerdanya. El document, que hem considerat força curiós, mostra la necessitat que tenia la gent de conèixer els fenòmens astronòmics, i com aquests determinaven el quefer diari. La seva anàlisi implica el coneixement dels moviments del Sol, la Lluna i la Terra, i també el del calendari.

El manuscrit enumera quatre principis per deduir l'edat de la Lluna, i a quina hora i amb quina intensitat il·lumina el nostre hemisferi un dia qualsevol de l'any.

Comentem i justifiquem cadascun d'aquests principis. Al copiar el document, conservarem els signes de puntuació i ortografia:

1. *«Que lo any lunar comensa per el mes de Mars, y acaba en lo Febrer».*

En un any comú, el nombre total de dies des de l'1 de gener fins al 28 de febrer és de 59 dies, és a dir, aproximadament de dues llunacions. El mes de febrer acumula correccions al calendari (té 28 o 29 dies) i és per aquest motiu que es diu que és l'últim mes de l'any lunar.

2. *«Que la Epacta, que es el Relotge de la Lluna, Cada any puja ô abansa Onse dias, eixó es ja que en eso any de 1819, la Epacta quatre lo any següent sera quinse, et sic in persequem, y en estar â trenta torna a comensar per un, dos, tres».*

L'Epacta, que significa addició, és un número que representa els dies transcorreguts des de l'última lluna nova d'un any fins a l'1 de gener de l'any següent; o, dit d'una altra manera, l'epacta d'un any és l'edat de la Lluna el dia primer de gener d'aquest any disminuïda en una unitat. Una revolució sinòdica de la Lluna dura aproximadament 29,5 dies, de manera que 12 llunacions equivalen, també aproximadament, a $12 \times 29,5 = 354$ dies, és a dir, a un any comú de 365 dies menys 11 dies.

3. *«Que la Lluna cada dia se atrassa tres quarts y que quan es en el girant, a la posta de Sol, se troba en el ponent, y que quant fa el ple se troba, en la posta del Sol, en el Orient.»*

Aquest punt es verifica per observació de la Lluna. La locució «en el girant» que apareix en el manuscrit, antigament es referia al «noviluni» que utilitzem actualment, i significaria que la Lluna «donava la volta». Així mateix, per «pleniluni» el manuscrit diu «fer el ple», locució que en el llenguatge popular encara s'utilitza.

4. *«Que en los mesos que tenen trenta y un dia la Lluna ne te trenta; y en los mesos que tenen trenta dias la Lluna solament ne te vint y nou.»*

També es verifica per observació: la Lluna s'endarrereix uns 45 minuts de temps cada dia, és a dir, aproximadament un dia cada mes. Més concretament, cada 29,530588 dies (duració d'un mes lunar) la lluna presenta la mateixa fase.

Després d'exposar aquests quatre principis, el document explica com s'ha de procedir per calcular en quin dia s'està de la Lluna i, en conseqüència, en quina fase. Dóna un parell d'exemples que hem verificat, calculant l'epacta per l'any 1819 partint del número d'or. En un dels exemples calcula si es podrà anar a les matines de Nadal sense portar fanal. Arriba a la conclusió *«que podrà anar a Matines sens fanal; pues la Lluna haura ja fet la quarta creciente y donara bastant resplandor; pero se pondra entre las onse y las dotse de la nit sera util que portia llum quan exira de la Missa del Gall sino vol anar a las foscas».*

La signatura és il·legible, però en el manuscrit parla d'un tal Valentín Torres, amb el qual l'autor compara els seus càlculs.

Hem dit (punt 4) que cada 29,530588 dies la Lluna presenta la mateixa fase. Ara bé:

$$235 \text{ llunacions} = 29,530588 \times 235 = 6939,6882 \text{ dies}$$

$$\text{i } 19 \text{ anys julians} = 365,25 \times 19 = 6939,7500 \text{ dies}$$

Això ens diu que, transcorreguts 19 anys julians, les fases de la Lluna cauen sensiblement en les mateixes dates de l'any julià. L'error només és de 0,0718 dies en 19 anys.

Aquest període de 19 anys és el que s'anomena *cicle de Meton* o *número d'or*, i antigament, abans de la Reforma gregoriana, figurava en els missals i breviaris; a partir de l'esmentada reforma, es va recórrer a l'epacta que ja hem definit (punt 2).

Per comprovar el càlcul efectuat en el manuscrit, hem aplicat les fórmules que donen el número d'or n i l'epacta E ; és a dir:

$$n = \{ m + 1 \}_{19}$$

$$E = \{ n + 10 \{ n \}_3 - 3 - c + c/4 + (8c + 13) / 25 \}_{30}$$

on m és l'any, c és el nombre de centenes de l'any, i dels valors entre claus s'agafa el residu de la divisió pel subíndex. En el cas que estudiem:

$$m = 1819; \quad n = 15; \quad c = 18; \quad E = 4$$

Per a calcular l'edat de la Lluna a partir de l'epacta, l'autor del manuscrit suma:

epacta + núm. de dies del mes + núm. de llunacions

que agafa com a números sencers, i si aquest valor passa de 29, li resta 29, amb la qual cosa li queda l'edat de la Lluna. Així, en el primer exemple:

$$4 + 20 + 3 = 27$$

i la Lluna té 27 dies. En el segon exemple:

$$4 + 24 + 10 = 38; \quad 38 - 29 = 9$$

i la Lluna té 9 dies

Ara bé, com que no diu com calcula l'epacta ni fa esment del número d'or, això ens fa pensar que el seu valor el treu d'algun missal o breviari.

Bibliografia

CATALÀ POCH, M. A. (1987), «El calendario gregoriano», *Astronomía, Astrofotografía y Astronáutica*, 32, p. 284-290.

CATALÀ POCH, M. A. (1994), «Determinación de la fecha de Pascua», *Astronomía, Astrofotografía y Astronáutica*, 70, p. 11-14.

ORÚS NAVARRO, J. J. DE; CATALÀ POCH, M. A., (1986-1987) *Apuntes de Astronomía*, Departament de Física de l'Atmosfera, Astronomia i Astrofísica, Universitat de Barcelona, Facultat de Física.

SUAGHER, F.; PARISOT, J. P. (1988), «Les calendriers liturgiques et les irrégularités de la date de Pâques», *Publ. Obs. Astron. Strasbourg Ser. Astron. & Sc Humaines*, 1, p. 95-116.

SMART, W. M. (1977), *Textbook on Spherical Astronomy*, sisena edició, Londres, Cambridge University Press.

- Per deduir en quin dia estam de la Lluna, y en que ho-
ras, y grau illumina a nord de Equador, en qualsevol dia
del any, se han de separar estos principis.
- 1^{no} que lo any lunar comença per el mes de Mars, y acaba
lo Febrer.
- 2^o que la Epacta que es el rebrotge de la Lluna, Cada any pu-
ja o abansa Onze dies, esto es, ja que en est any de 1819,
la Epacta es quatre lo any següent sera quinze, et
sic in partem, y en esta trenta torna començar
per un, dos, tres.
- 3^o que la Lluna Cada dia se atorga tres quarts, y que quan
es en el girant, a la posta del sol, se troba en el ponent,
y quant fa el ple se troba, en la posta del sol, en el Orient.
- 4^o que en los mesos que tenen trenta y un dia la Lluna
se trenta; y en los mesos que tenen ~~trinta~~ trenta dies la
Lluna solament ne te vint y nou.
- Separats estos principis, per deduir en quin dia estam de la lla-
na (en qualsevol dia del any) se han de comptar los dies
que te la Epacta, los dies del mes en que estam, y los
mesos que han diriorregut des del Mars inclusive fins a
aquell en que se busca, com esta la Lluna; y unit en un
los dies de estos tres parts, se sab en quin dia, y com esta
la Lluna.
- Exemple
- Supllova en est dia de la Tercera de Octubre com esta la Lluna
Comptare: Epacta 4, 20 del mes, y tres del mes! que lo
Mars, Abril y Maig; y deduire en tiempo (y com calculo
mes tiempo que el del Senor) (hablo con D. Valentin Torrey)

que la Lluna te vori y Ter diaj.

Otro Ejemplo.

Vol aver si podra anar a las Marinas de Madrid sent.
 portar Fanat, o si fara Lluna en la indicada Vigilia,
 deu comptar: Epacta 4, 24 del mes, y deu del mes
 sol de del Mars fins al Decembre inclusive: y troba-
 ra 38 dias, y aqui deduhira que nou dias antes ha ac-
 ba la Lluna del Novembres, que solant se 29 dias: y
 que en los nou dias ^{que quedan} se ja la Lluna del Decembre y en lo
 sequencia ^{deduhira} que podra anar a Marinas sent Fanat, pu-
 en la Lluna hauna ja Ter la quarta crecienca, y do-
 nara bastant resplandor; pero como pondra en la
 las onse, y las dorse de lauit, sera util que portia
 llum quant Epura de la Mitad del Gallano voloman
 a las Torcas. Et sic in infinitum

W. J.

In Memoriam

Francesc Calvet i Rovira (1947-2002), catedràtic de Petrologia i Geoquímica de la Universitat de Barcelona, es va incorporar a la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica l'any 2000. Durant la VI Trobada de Vic va presentar dues comunicacions, les quals publicuem a continuació. La seva mort prematura el 10 de gener de 2002 ha interromput injustament el desenvolupament de les seves recerques. Rebi l'homenatge de la comunitat d'historiadors i historiadores de la ciència.

LA TERRA D'ESCUDELLES A LA MUNTANYA DE MONTJUÏC

F. Calvet; D. Parcerisa; D. Gómez-Gras

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona. Departament de Geologia, Facultat de Ciències, UAB; Departament de Geologia, Facultat de Ciències, UAB.

Paraules clau: *terra d'escudelles, geologia, Montjuïc, terraires.*

Summary: «*Terra d'escudelles*» (*sand for cleaning*) was used to clean kitchen pots and pans. The use of this silt-sand in Barcelona dating from 1586-1587 gave rise to an economic activity. «*Terra d'escudelles*» was obtained from quarries and galleries located at Montjuïc. From the XVI century to the end of the XIX century «*Terra d'escudelles*» was sold by women, called «*terraires*», using donkeys. Subsequently, from the end of XIX century up to approximately 1970 «*Terra d'escudelles*» was sold in packets of 1 kilo (named *Arena Ideal*) at the grocer's. Petrographically «*Terra d'escudelles*» is a siltstone made up of mainly quartz, feldspar and moscovite grains and a matrix made of clay.

1. Introducció

En el diccionari d'Alcover, Moll (1951-1968) es defineix la terra d'escudelles com una terra «que serveix per netejar coses greixoses, sobretot atuells de cuina i vaixel·la». Per a Riba (1997), la terra d'escudelles és una «sorra fina i llim que serveix, com a abrasiu, per a netejar coses greixoses, sobretot atuells de cuina i vaixel·la». La terra d'escudelles era la terra que servia —com es deia vers el 1400 (Vinyoles, 1985)— per *lavar escudelles*. L'escudella era el plat fondo que s'utilitzava per menjar. Bernat Metge, a *Lo Somni* (1399), escrivia sobre una dona: «No es bona sinó a escatar peix e lavar escudelles» (Alcover, Moll, 1951-1968).

Terra d'escudelles és sinònim de terra d'escurar, terreta i soldó. Segons Coromines, el terme *soldó* deriva de *sauló*. En castellà és conegut com *tierra de escudillas*, *pedra mol*, *asperón* (d'áspero), *arenilla*. A Salamanca es va utilitzar *pedra mol* i *asperón* fins als anys 1970 (comunicació oral de J. Mangas). La *pedra mol* era una sorra friable que es venia en paquets allargats d'un quilo, mentre que l'*asperón* era una pedra que s'utilitzava per rascar.

Al llarg de la història, la terra d'escudelles ha estat àmpliament utilitzada com a material de neteja, tant a la ciutat de Barcelona com a qualsevol altre indret. En els llogarets, pobles o ciutats mitjanes, la gent feia servir terra que ells mateixos recollien d'algun indret pròxim. Però per al cas de la ciutat de Barcelona, una ciutat gran, es va generar una certa

indústria de la terra d'escudelles. La terra d'escudelles s'ha extret clàssicament de la muntanya de Montjuïc.

Els objectius d'aquest treball són: *a.* Descriure com s'explotava la terra d'escudelles; *b.* Analitzar els sistemes de la seva comercialització; *c.* Explicar què és la terra d'escudelles; *d.* El perquè de la seva presència a la muntanya de Montjuïc.

2. Explotacions

Tenim notícies de la seva explotació per l'existència d'un document de l'any 1586-1587, però de ben segur que des de molt temps abans ja se n'extreia. És Voltes Bou (1960) qui es refereix a aquest document, denominat *Deliberacions* (1586-1587) que es conserva a l'Institut Municipal d'Història i en el qual se cita l'aprofitament per a usos domèstics de la terra d'escudelles de la muntanya de Montjuïc. Posteriorment, diversos autors han citat l'extracció de la terra d'escudelles (Singularidades, 1737; Zamora, 1738; Llobet i Vall-llocera, 1840; Madoz, 1846; Maureta i Thós, 1881; Monlau, 1894; Faura i Sans, 1917; Baile Lisón, 1942; Bataller, 1953; Voltes Bou, 1960; Quer Brossa, 1960; Villalta i Rosell, 1965; Álvarez, 1988; Álvarez *et al.*, 1993).

La terra d'escudelles s'ha extret clàssicament de la muntanya de Montjuïc mitjançant pedreres (com, per exemple, l'antiga pedrera del Borinot) o a partir de galeries (Quer Brossa, 1960; Villalta i Rosell, 1965; Roca i Blanc, 1994), les quals avui estan pràcticament tapades per les construccions del CN Montjuïc. Les galeries, entre un i dos metres d'amplada i d'uns tres metres d'altura, sembla que tenien certa profunditat (potser alguns centenars de metres), i fins i tot, potser era possible accedir-hi amb carro (Roca i Blanc, 1994). Actualment es pot veure l'entrada de les galeries als terrenys del CN Montjuïc (fig. 1) i a les proximitats de l'estadi Serrahima. Durant les últimes èpoques d'explotació de la terra d'escudelles, a la sortida de les galeries situades a l'antiga pedrera del Borinot, hi havia un molí triturador (Quer Brossa, 1960).

Les galeries abandonades van tenir diversos usos posteriors, com, per exemple, el conreu de xampinyons (Baile Lisón, 1942; Roca i Blanc, 1994). Durant la Guerra Civil, entre els anys 1936-1939, algunes galeries foren utilitzades com a refugis per protegir-se dels bombardeigs de l'aviació feixista (Roca i Blanc, 1994).

També s'ha citat que es recollia terra d'escudelles a diversos pous situats al nucli antic de Barcelona (Llobet i Vall-llocera, 1854) i de la Barceloneta (Amades, 1969; Amades, 1982).

3. Comercialització

La història de la comercialització de la terra d'escudelles es pot dividir en dos grans períodes: un primer període comprendria des del segle XVI fins al final del segle XIX, i un segon període, des del primer terç del segle XIX fins cap a l'any 1970. Entre ambdós períodes hi hauria una etapa de transició.

Durant el primer període la venda es feia de manera ambulat. Se n'encarregaven solament les dones, dites les *terraires* (fig. 2), que traginaven la mercaderia, amb ases o rucs,

i la portaven dins els cornalons de la sàrria (Amades, 1982). Per a pesar la terra d'escudelles s'emprava una mesura especial feta de fusta, i a la fi del segle XIX cada mesura valia un xavo (uns deu cèntims), (Amades, 1982). Les terraires pregonaven la venda mitjançant un crit especial, que Amades (1982) va recollir i que fou transcrit musicalment per J. Tomàs. Sembla que, cap a la fi del segle XIX, la venda també es feia amb un carretó tirat per un ase (Amades, 1969).

Les terraires eren molt populars entre els habitants de Barcelona (Amades, 1969). Un exemple d'aquesta popularitat és el fet que les terraires apareixen en diverses auques (fig. 2), com l'auca anomenada *Baladriers de Barcelona*, publicada vers el 1862 (Amades, 2000).

Com que les terraires recollien la terra sense pagar res, la ciutat les va obligar a cedir gratuïtament els ases i rucs per passejar els condemnats a la pena d'assot (Amades, 1982). Segons aquest autor, els delinqüents portaven un cucurull de cascavells i el tors nu, i els muntaven d'esquena damunt dels ases o rucs. La comitiva estava formada pel terraire (no la terraire), que menava el ruc, el condemnat, el nunci de la justícia i el botxí. Les terraires també llogaven els seus ases als habitants de la ciutat. També els llogaven als estudiants barcelonins perquè fessin la festa de Santa Catalina (Amades, 1982), que era la seva patrona.

Cap a principis del segle XIX, la terra d'escudelles era venuda de manera ambulant per homes, que segurament la traginaven en petits carretons. Segons Maureta i Thós (1881), la venda de la terra d'escudelles «da de vivir a un buen número de personas que la venden por las calles de Barcelona». Els venedors anaven pregonant la seva mercaderia al crit de «terra d'escudelles, noies».

El segon període comprèn des del primer terç del segle XIX fins cap a l'any 1970, quan pràcticament desapareix la venda de la terra d'escudelles. En aquesta època, la terra d'escudelles es comercialitzava a través dels adroguers o de les tendes de queviures, tant a granel com en bosses o paperines d'un o dos quilos de pes. Cap als volts de l'any 1950 l'empresa o empreses que la comercialitzaven van «modernitzar» el seu producte. La terra ja no es va vendre tal com s'extreia, sinó que se li van afegir diversos productes químics per perfumar-la, i també es van incrementar les seves propietats de neteja. El producte manufacturat es venia en bosses cilíndriques d'un quilo amb el nom d'«Arena Ideal» i amb el subtítol d'«Espumante» (Fig. 3). La fàbrica d'aquesta marca era propietat de Rosa Gomà, i estava situada exactament on actualment hi ha el restaurant del CN Montjuïc. La seu social de l'empresa era al carrer Ibèria núm. 1, al barri de Sants. A l'armari de la cuina del Pis de la Pedrera es conserva un paquet d'«Arena Ideal».

4. Què és la terra d'escudelles?

La terra d'escudelles de Montjuïc és petrogràficament una roca silicoclàstica, en concret, limolita i sorra molt fina (fig. 4). Aquesta roca està constituïda majoritàriament per grans de quars i com a components secundaris, porta microclina (feldspat) i moscovita, mentre que la matriu està formada per caolinita (argila). El motiu que s'utilitzés aquest material com a producte de neteja rau en el fet que els grans de quars actuen com a abrasius, i les argiles com a lubricants i/o desgreixadors. Els «equivalents» actuals de la terra d'escudelles són el Vim i l'Ajax, però aquests productes de neteja no contenen grans de quars. El quars ha estat substituït per calcita (que és un material menys dur), ja que si no es ratllarien els estris moderns. Els

components desgreixadors dels actuals productes de neteja són els productes tensioactius, que, tanmateix, també contenen una petita quantitat d'argiles de baixa cristal·linitat.

5. La geologia de Montjuïc

El rift neogen a la part central de les serralades costaneres catalanes presenta dos semigràbens: el semigraben (o depressió) del Vallès-Penedès i el semigraben de Barcelona (situat mar endins). Aquests dos semigràbens estan separats pels alts del Garraf i de Collserola-Montnegre. Entre l'alt de Collserola-Montnegre i el semigraben de Barcelona se situa una zona d'enllaç on es localitza el bloc aixecat de Montjuïc (fig. 5).

La muntanya de Montjuïc està constituïda per materials miocens (Serraval·lians). La successió de Montjuïc té més de 200 m d'espessor, i està formada per una alternança de lutites, margues, siltites, gresos i conglomerats, i s'ha subdividit en quatre unitats litostratigràfiques (Gómez-Gras *et al.*, 2000), que de base a sostre són (Fig. 6): 1) gresos i conglomerats del Morrot; 2) lutites, gresos i conglomerats del Castell, organitzats en cinc cicles granocriexents; 3) margues de Miramar; i 4) conglomerats, gresos i lutites de Miramar. Tot aquest conjunt de materials s'ha interpretat com un sistema deltaic, en el qual la seva àrea font és la muntanya de Collserola.

La principal explotació de terra d'escudelles a la muntanya de Montjuïc se situa a la base del cinquè cicle de la unitat del Castell (fig. 6). Aquest cicle, de 15 a 25 m de potència, està constituït a la base per limolites i sorres molt fines no cementades de color groguenc (que és d'on s'extreia la terra d'escudelles), les quals se situen, cap a la part alta del cicle, a gresos ben cimentats (Gómez-Gras *et al.*, 2000). La majoria de pedreres que hi hagut a la muntanya de Montjuïc han explotat els gresos de la part del cinquè cicle de la unitat del Castell.

6. Conclusions

Aquest treball posa en relleu la importància, més popular que econòmica, que va tenir en la vida quotidiana barcelonina l'ús de la terra d'escudelles com a material de neteja casolà. S'ha recalcat el tipus de comercialització de la terra d'escudelles, primer mitjançant la venda ambulants de les terraires i, posteriorment, amb la formació d'una petita indústria.

7. Agraïments

Agraïm la informació facilitada pels veïns de Can Clos (Julio), J. Mangas, T. Rovira, E. Anglada i Montserrat Inglès.

Les fotografies del paquet de la terra d'escudelles del Pis de la Pedrera s'han fet gràcies al seu director, D. Giralte-Miracle, i a Silvia Vilarroya.

I agraïm també als Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona la realització de raigs X.

Aquest projecte ha estat subvencionat pel Projecte PB97-0883 i pel Grup Consolidat 2000/SGR/00030.

Bibliografia

- ALCOVER, A. M; MOLL, F. DE B. (1951-1968), *Diccionari català-valencià-balear*. Palma de Mallorca, Editorial Moll.
- ÁLVAREZ, A. (1988), «Las canteras de Montjuïc (Barcelona) III». A: *Revista dels Mineralogistes de Catalunya*, 4, p. 22-25.
- ÁLVAREZ, A; MAYER, M; I RODÀ, I. (1993), «La pedra de Montjuïc i la seva utilització en època romana». A: *III Congrés d'Història de Barcelona. Ponències i comunicacions*, p. 145-151.
- AMADES, J. (1969), *Folklore de Catalunya. Costums i Creences*, Barcelona, Biblioteca Selecta.
- AMADES, J. (1982), *El Costumari Català. El curs de l'any*. Salvat Editores, Barcelona (2a edició), Edicions 62.
- AMADES, J. (1984), *Històries i llegendes de Barcelona*, Barcelona, Edicions 62.
- AMADES, J. (2000), «L' Auca dels baladriers de Barcelona». A: *Les veus del carrer*, Biblioteca Joan Amades, núm. 8.
- BAILE LISÓN, L. (1942), *Montjuich de antaño. Estampas de la montaña*. Barcelona, Editorial del Fomento de la Producción Española.
- BATALLER, J. R. (1953), «Nota sobre los gasterópodos marinos nuevos del miocénico catalán. Descritos por Almera y Bofill». A: *Anales de la Escuela de Peritos*, XII, p. 5-21.
- CALVET, F; PARCERISA, D; GÓMEZ-GRAS, D. (2000), «La terra d'escudelles a la muntanya de Montjuïc». A: *VI Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Vic, 2000)*, Resums de Comunicacions i Pòsters, p. 14-15.
- Deliberacions* (1586-1587), sèrie II, r. 96, f. 27v. Institut Municipal d'Història.
- FAURA Y SANS, M. (1917), «Montjuich. Notas geológicas». A: *Boletín Sociedad Atracción de Forasteros*, VII, (28), p. 1-55.
- GÓMEZ-GRAS, D; PARCERISA, D; CALVET, F; PORTA, J; SOLÉ DE PORTA, N; CIVÍS, J. (en premsa), «The Miocene Montjuïc delta: Stratigraphy and petrology (Barcelona, Spain)». A: *Acta Geológica Hispánica*.
- LLOBET Y VALL-LLOSERA, J. A. (1840), «Descripción geognóstica del terreno que ocupa la ciudad de Barcelona». A: *Boletín de la Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona*, 4, p. 2-7.
- MADOZ, P. (1846), *Diccionario Geográfico-Estadístico. Histórico de España*, Madrid.
- MAURETA, J; THÓS, S. (1881), *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona*. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España.
- MONLAU, J. (1894), *Compendio de Historia Natural*, Barcelona.
- QUER BROSSA, S. (1960), «Las canteras de Montjuich. Su geología y riesgo profesional». A: *Anales de Medicina*, 46, p. 299-313.
- RIBA, O. (1997), *Diccionario de geología*. Barcelona, Enciclopèdia catalana.
- ROCA I BLANCH, E. (1994), *Montjuïc, la Muntanya de la Ciutat*. Barcelona.
- Singularidades de la Historia Natural del Principado de Cataluña* (1737), transcrit per J. Iglésies. Barcelona, 1963, Fundació Josep Massot i Palmés.
- VILLALTA, J. F. DE; ROSELL, J. (1965), «Contribución al conocimiento de la estratigrafía de Montjuïc». A: *Publicaciones del Instituto de Investigaciones Geológicas de la Diputación de Barcelona*, 19, p. 83-104.
- VOLTES BOU, P. (1960), *Historia de Montjuich y su Castillo*. Ajuntament de Barcelona.
- ZAMORA, F. de (1788), *Diario de los viajes hechos en Cataluña*. A cura de Ramon Boixareu. Barcelona, 1973. Documents de Cultura, Curial.



Fig. 1. Entrada, tapada, d'una antiga galeria al camí de baixada al CN Montjuïc.



La terraire

Fig. 2. Terraire. Dibuix d'E. Anglada.



Fig. 3. Paquet de terra d'escudelles.

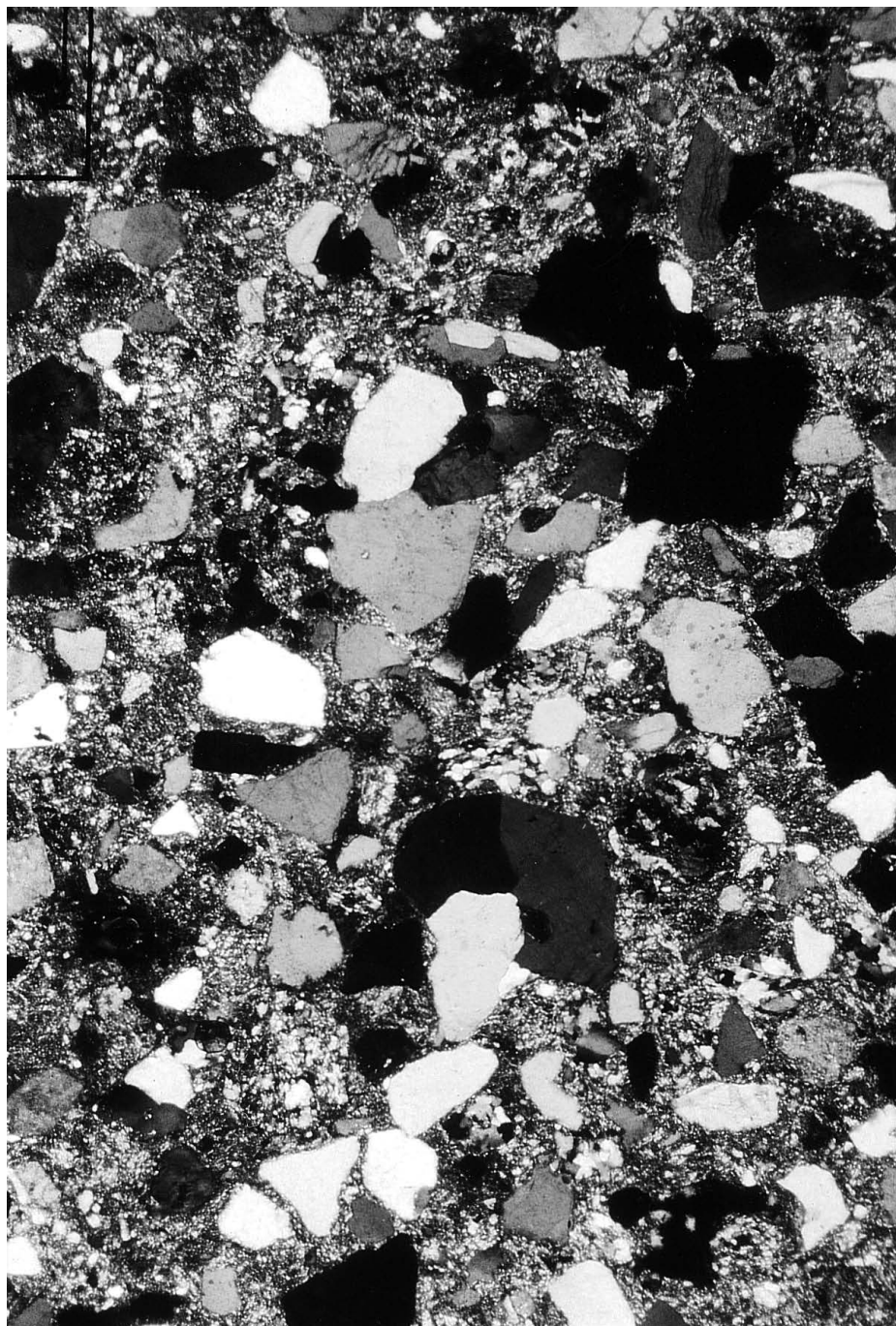


Fig. 4. Petrografia de la terra d'escudelles: grans de quars (q), microclina (m), miques (i).

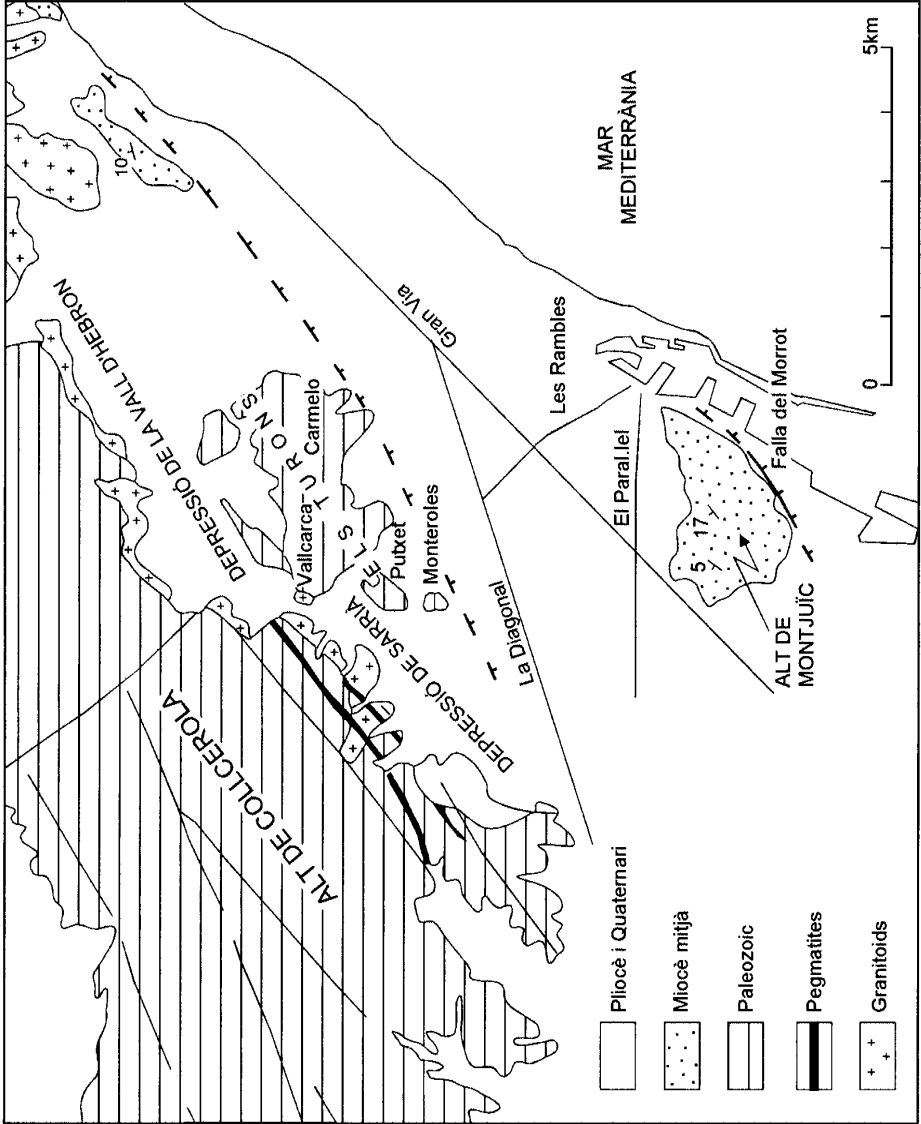


Fig. 5. Esquema geològic de la ciutat de Barcelona i rodalies.

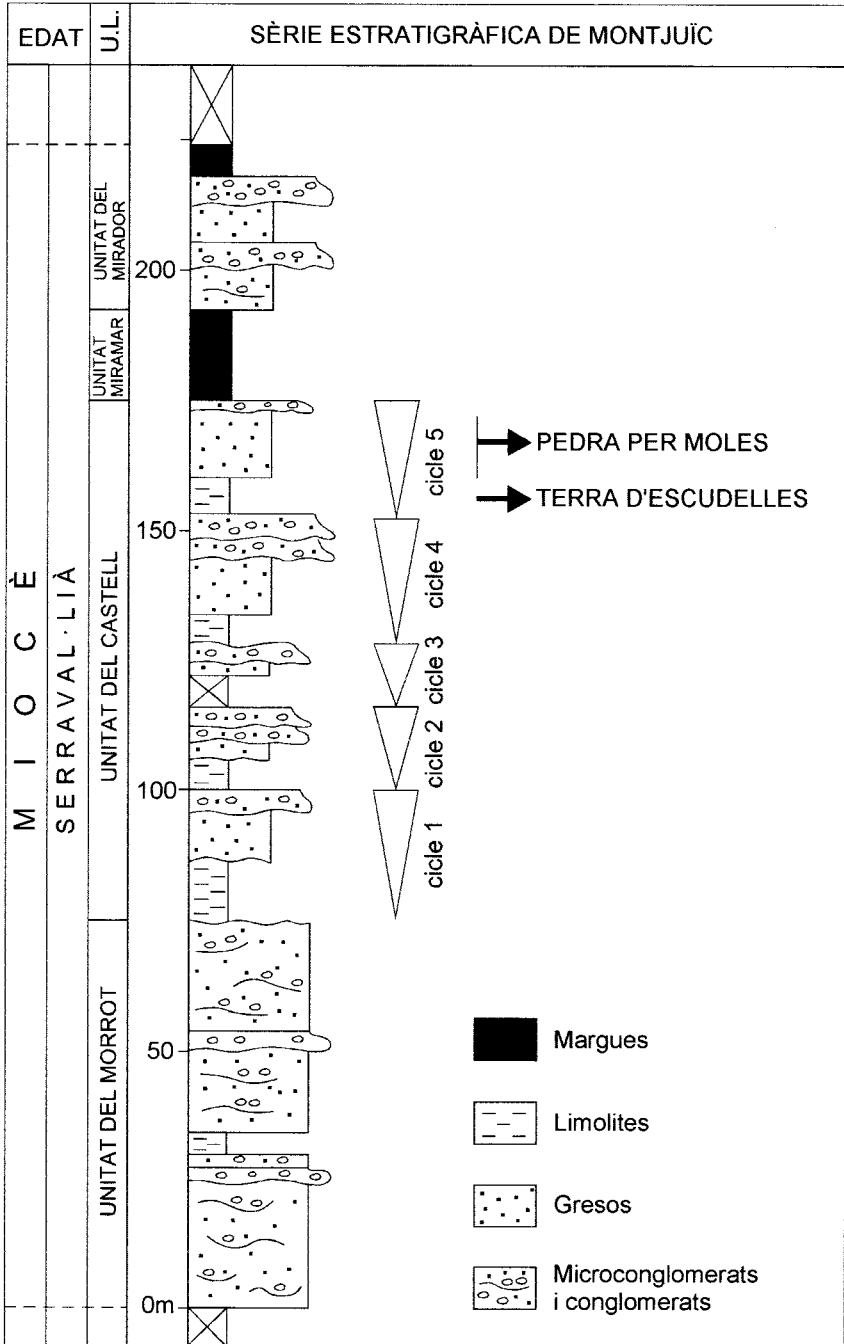


Fig. 6. Sèrie estratigràfica del miocè de la muntanya de Montjuïc, on s'indica el nivell litològic d'on s'ha extret la terra d'escudelles.

LES SALINES CONTINENTALS DEL SUD-EST DELS PIRINEUS

F. Calvet; M. Suñé

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona.

Paraules clau: salines continentals, salines sud-est Pirineus, quimisme aïgues.

Summary: The salt is one of the most important minerals that has been used for seasoning, preservation of food, herbivore diet, between other applications. The exploitation of salt by means of the so-called «continental saltworks» in the Iberian Peninsula constituted an important economic resource from the Middle Ages to the middle of the XX century. Nineteen salt works are described. Of these eleven salt works are documented in the literature. The rest are currently being exploited (Peralta de la Sal and Naval), partially exploited (Aguilaniu, Calassanç and Guerri de la Sal) or are in ruins (Salinas de la Hoz, Vilanova de la Sal and Cambrils).

1. Introducció

La sal ha estat des de la prehistòria un dels minerals més valuosos per a la humanitat, i fins i tot el mot *salari* procedeix de la importància de la sal pel seu valor de canvi. La importància de la sal es basa en el seu ús com a condiment, la conservació d'aliments (peix, carn), la dieta dels herbívors, entre altres aplicacions.

Durant l'edat mitjana i fins a mitjan segle XX la sal ha estat un element determinant per a l'economia. Durant aquest període, el transport de la sal de la costa a l'interior de la península Ibèrica era difícil i car, en part a causa de la deficient xarxa de comunicacions. Per això, l'aprofitament de les fonts salades es convertia en una font de riquesa, i la fabricació de la sal es duia a terme en salines dites *continentals*, que en els moments de màxima activitat de fabricació de sal arribaren a ser a la península Ibèrica unes 200. La decadència de les salines continentals es va produir cap a mitjan segle XX i actualment n'hi ha ben poques d'actives. Avui dia, a l'àrea sud-pirinenca, tan sol són actives les de Peralta de la Sal, Naval i Aguilaniu, i parcialment actives les de Guerri de la Sal i Sant Josep de Calassanç.

Els objectius d'aquest treball són: a) descriure el mètode d'explotació de les salines continentals; b) explicar el model geoquímic i hidrològic, i c) analitzar l'evolució històrica i descriure les principals salines del sud-est dels Pirineus.

2. Mètodes d'exploració

A les salines continentals es fa l'exploració de la sal a partir d'aigües salades provinents de pous o surgències, i es fonamenta en l'evaporació natural a l'aire lliure, en especial durant els mesos d'estiu. Les dues causes principals de l'abundància de salines continentals a la península Ibèrica són: 1) la gran quantitat de dipòsits salins fòssils (especialment les fàcies Keuper), els quals són dissolts en profunditat per les aigües meteòriques i esdevenen aigües salades meteòriques, que són les que s'empren per produir la sal; i 2) el clima continental, amb estius molt secs i calorosos, que afavoreixen els processos d'evaporació.

A les salines continentals hi ha diversos mètodes d'obtenció de la sal, que vénen determinats per les condicions del terreny i pel clima local. Hi ha les salines que aprofiten directament aigua salada natural, que posteriorment es fa evaporar en eres (fig. 1). En altres salines l'aigua salada s'obté de manera artificial. L'aigua dolça s'introdueix per galeries fetes en terrenys que contenen sal gemma i, posteriorment, es dissol la sal i s'obté, per consegüent, aigua salada. Aquesta aigua salada és la que després es fa evaporar en eres (fig. 2). Aquest procediment ha estat utilitzat, per exemple, en les salines de Poza de la Sal (Burgos). I finalment, hi ha un tercer tipus d'obtenció de sal, característic de zones relativament plujoses o de baixes temperatures, que es basa en l'evaporació de l'aigua salada en calderes. Les antigues salines de Brocà en serien un exemple.

L'obtenció de la sal a les salines continentals és un procés que pràcticament no ha sofert canvis tecnològics al llarg del temps. L'evaporació de la sal es fa en eres i, un cop cristal·litzada, es recull en munts.

3. Model geoquímic i hidrològic

L'estudi geoquímic de les aigües de diferents salines permet interpretar el model hidrològic i entendre perquè són aigües aptes per a la fabricació de sal. Les aigües de les salines presenten una salinitat de 2 a 3 cops més alta que l'aigua marina normal. El contingut en clor varia entre 22.500 i 184.200 ppm, el de sodi entre 14.200 i 114.300 ppm, el de magnesi entre 300 i 2.240 ppm, i el de calci entre 720 i 1.920 ppm (fig. 3). La composició isotòpica de l'oxigen de l'aigua varia entre -10 i -5 per mil SMOW, excepte les aigües de Gerri de la Sal, que oscil·len entre $-0,7$ i $+2,8$ per mil SMOW (fig. 3). La composició isotòpica del deuteri varia entre -12 i -64 per mil SMOW (fig. 3).

Les dades isotòpiques de les aigües de les salines permeten interpretar que les aigües salades són d'origen meteòric, i que el seu rang de variació abasta el camp de variació de les aigües meteòriques dolces citat a la bibliografia.

El model hidrològic de la unitat de Gerri de la Sal mostra que, en un alt grau, les roques carbonatades devonians que afloren al nord d'aquesta vila, i també en part les fractures situades al nord de la unitat estructural de Guerri, poden ser l'àrea de recàrrega de l'aqüífer. Les aigües meteòriques infiltrades han d'atènyer certa profunditat, de prop d'alguns centenars de metres, per dissoldre els dipòsits de sal gemma de les fàcies Keuper. Les aigües meteòriques, ja salades, aprofiten el sistema de fractures per sortir a la superfície, en especial els plans d'encavalcament (fig. 4).

4. Les salines del sud-est dels Pirineus

Les salines continentals es localitzen al llarg de tota l'àrea sud-pirinenca, des del nord de la província de Burgos fins a la de Barcelona, i quasi sempre estan lligades a la presència dels materials triàsics. L'àrea geogràfica que comprendria la zona estructural de les Serres Marginals és la zona on hi ha més salines, malgrat que una de les més importants, com és el cas de les salines de Guerri de la Sal, està localitzada a la zona estructural de les Nogueres (fig. 5).

A la zona de les Serres Marginals hi ha les salines de Vilanova de la Sal i Foradada (Lleida), Naval, Salinas de Hoz, Aguilaniu, Peralta de la Sal, Calassanç i Estopanyà (Osca). A la zona del Pedraforca hi ha les salines de Cambrils i Gósol (Barcelona). A la zona de les Nogueres, les salines de Salines de Viso i Sin, Bissaurri, Sant Feliu i Gerri de la Sal.

4.1. *Viso i Sin*

Les salines de Viso estan situades al poble de Salines, al riu Cinca i al nord d'Ainsa (Igme, 1974). Sin és un llogaret situat al municipi de Tella, a la confluència del Cinca i del Cinqueta, on Mallada (1878-1902) cita una deu salada. Les salines de Viso i de Sin podrien ser les mateixes.

4.2. *Bissaurri*

Bissaurri està situat a la carretera de Castelló de Sos i Pont de Suert, a pocs quilòmetres de Castelló de Sos, i s'hi ha citat salines (Igme, 1974).

4.3. *Naval*

Al terme municipal de Naval hi havia (Madoz, 1845-1850; Yegros, 1852), i en part hi ha, tres salines: les de la Rolda i Ranero, al sud, i les d'Iruela, al nord. Mallada (1878) en descriu dues: les d'Iruela, a un quilòmetre al NE de Naval, al barranc d'Iruela, i les d'Abajo o de la Rueda, a la carretera de Barbastre.

Les salines de Naval han estat unes de les més importants de l'Estat espanyol, i per Madoz (1845-1850) això és degut tant a l'abundància de les fonts com a l'excel·lent qualitat de la sal. Aquestes salines van estar en activitat durant bona part del període medieval, i ja estan documentades l'any 1237, quan la reina Violant (esposa del rei Jaume I) va arrendar a un veí de Montsó les salines de Naval (Gual Camarena, 1965). Les salines de Naval pertanyien a diversos particulars del mateix poble. Durant el regnat de Felip V foren incorporades a la Corona, però els propietaris van posar un plet i, per sentència del Supremo Consejo de Hacienda, el guanyaren. La Corona hauria d'haver pagat una compensació als propietaris (68.544 rals). És possible que mai el cobressin.

Madoz (1845-1850) i Yegros (1852) expliquen que el magatzem de sal era administrat i vigilat per un administrador, un interventor, un «guardia mayor», un «mediador conti-

nuo», i quatre guàrdies fixos, els quals durant la temporada de recollida augmentaven fins a 20 o 24. També hi havia un destacament de tropa format per un comandant, 40 soldats i 7 cavalls. Les salines de Naval produïen tanta sal que la distribuïen per tots els pobles d'Aragó situats entre l'Ebre i els Pirineus. Al final del segle XVIII es venia sal a França en els «alfolís» de Benasc i Torla. Durant aquest període, la producció de sal de Naval va reportar més d'un milió de rals de benefici a l'Estat. Les dades de producció entre el 1847 i el 1851 són de 102.962 faneques de sal, amb un mínim de 10.859 faneques l'any 1847 i un màxim de 10.936 faneques l'any 1851 (Yegros, 1853). Les dades de producció entre el 1852 i el 1856 són de 119.135 faneques, amb un mínim de 19.994 faneques l'any 1854 i un màxim de 28.854 faneques l'any 1852 («Estado...», 1857).

La salina d'Iruela consta de diverses «plazas», cada una amb un diferent nombre d'eres, i la salina d'Abajo consta de 150 «plazas», on cada «plaza» té una «poza» i diverses eres (Mallada, 1878). El fons de les eres està constituït per totxos. Segons aquest autor, a cada salinar hi treballaven sis obrers a l'estiu i tres obrers a l'hivern, a més de dos capatassos. La recollida de la sal la duïen a terme dones (anomenades *labrantas*) i també «muchachos» (Madoz, 1845-1850), que l'acumulaven als marges de les eres, des d'on era transportada el magatzem de les salines pels «cargadores». Al salinar d'Abajo, hi treballaven 42 dones, i al d'Iruela, 29. Durant els tres mesos d'estiu es feien de 8 a 15 «barridas», segons les condicions climatològiques de cada any. Madoz (1845-1850) i Yegros (1852) citen una temporada més llarga, de maig a setembre. Un cop acabada la temporada, la sal es transportava a un magatzem general que estava situat a la Plaza de la Constitución, el qual tenia una capacitat per emmagatzemar més de 200.000 faneques de sal (Madoz, 1845-1850).

4.4. Salinas de Hoz

La salina està situada a menys d'1 km a l'est del poble de Salinas de Hoz. Les aigües de la deu salada, anomenada la Rica, es recollen en un pou de 4 m de profunditat, i s'elevaven, mitjançant un torn, a un dipòsit. Des d'aquest dipòsit, les aigües s'elevaven a un canal superior, des d'on es repartien a les eres (Mallada, 1878, 1902). A la «plaza» baixa hi havia 43 eres, i a l'alta, 46.

En aquestes salines hi treballaven tres homes durant l'hivern i sis durant l'estiu, els quals s'encarregaven d'omplir els dipòsits. La recol·lecció de la sal es feia cada 8 o 15 dies. La producció anual era de 5.000 a 6.000 quintars de sal cap al final del segle dinou (Mallada, 1878, 1902).

4.5. Aguilaniu i Jusseu

Les salines d'Aguilaniu han estat citades des de l'any 987, en què, segons Abadal (1955), hi hagué discussions entre els homes d'Aguilaniu i els de Jusseu per la possessió d'un pou d'aigua salada que havien d'explotar conjuntament. També aquestes salines estan citades en un memorial de l'any 1686, en el qual s'explica que s'exportava sal a França i a Catalunya (Asso, 1798). Per Madoz (1845-1850) i Yegros (1852) la font d'aigua salada l'administrava el Govern. L'aigua també era conduïda a Peralta de la Sal. Quan les salines funcionaven, els

veïns dels pobles pròxims hi anaven amb cavalleries a comprar sal. Aquestes salines foren abandonades cap els anys 1980-1985.

Les salines noves, que van començar a funcionar l'any 1994, estan situades a uns 3 km al nord del poble. La font d'aigua salada està situada a prop del poble d'Aguilaniu, i l'aigua és conduïda per canalitzacions fins a les salines, que es localitzen en una plana de materials terciaris.

Diversos autors han citat salines a Jusseu (Yegros, 1852; Arroyo, 1961). Però, molt possiblement, aquestes salines de Jusseu són les mateixes que les d'Aguilaniu, tal com ho demostra el document de l'any 987.

4.6. *Peralta de la Sal*

Les salines estan situades als barrancs del Manantial, la Collenera i la Poza, a 1 km al NE de la vila, damunt de materials terciaris. Possiblement siguin l'origen de la sal els materials evaporítics terciaris que es localitzen a les proximitats de les fonts d'aigua salada i, per tant, no tinguin un origen triàsic (J. M. Garcia Senz, comunicació oral).

Aquestes salines ja s'explotaren durant el regnat de Jaume I (Arroyo, 1961), i estan citades en un memorial de l'any 1686, en el qual s'explica que s'exportava sal a França i a Catalunya (Asso, 1798). Madoz (1845-1850) i Yegros (1852) citen que les salines de Peralta de la Sal aprofiten tres fonts salinoses. Segons aquest autors, els escolapis explotaven 32 salines, les quals els foren cedides pels veïns del poble, i n'obtenien un rendiment de 1.834 rals. Segons Mallada (1878), l'aigua salada que sortia de les tres deus era conduïda per canalitzacions de fusta a dos dipòsits, i d'aquí a les eres. Hi havia 365 eres, de les quals 63 es van inutilitzar força temps abans que Mallada (1878) ho cités. Les dades de producció entre el 1847 i el 1851 són de 64.963 faneques de sal, amb un mínim de 8.877 faneques l'any 1848 i un màxim de 16.957 faneques l'any 1847 (Yegros, 1853). Les dades de producció entre el 1852 i el 1856 són de 69.835 faneques, amb un mínim de 6.671 faneques l'any 1854 i un màxim de 21.583 faneques l'any 1856 («Estado...», 1857).

Cap a final del segle XIX, a les salines hi treballaven dos guardes a l'hivern i cinc o sis a l'estiu. A aquestes salines es feien dues «barridas», la primera al mes de juny i la segona al mes d'agost. La recollida de la sal la duïen a terme 80 obrers durant els cinc dies que durava la recol·lecció i emmagatzemament de la sal. La producció de sal oscil·lava entre 14 i 22.000 quintars anuals (Mallada, 1878).

Fins a una època relativament recent, les salines tenien una explotació col·lectiva. Els veïns de Peralta tenien d'una a tres eres, i el monestir unes quantes més. Posteriorment, les salines van passar a mans privades, vers l'any 1990, i avui pertanyen a la família Rami. El nom de l'empresa era Salpur, SA, i avui dia es diu Sal de Peralta. Actualment aquestes salines estan en plena explotació, amb quatre treballadors. La producció de sal entre l'any 1990 i el 2000 és de 7.000 a 8.000 tones anuals, i gran part de la producció s'exporta a França.

L'aigua s'obté mitjançant un pou, i, per bombeig, s'eleva a diverses basses, que estan situades a les parts més elevades dels barrancs. Les basses fan uns 100 m de llargada i uns 40 m d'ample, i tenen uns 3 m de profunditat. A les basses també s'obté sal, i s'arriba a 2.000 t anuals en una de les basses. En general, però, l'aigua de les basses passa a les eres; de les actuals, n'hi ha 251 en explotació (Costa,?). Les eres estan esglaonades en marges de fins a 3 m

d'alçària. Les eres fan de 8 a 10 m de costat i, malgrat que tendeixen a tenir formes equidimensionals, totes són diferents. La profunditat de les eres és d'uns 50 cm, i les vores estan fetes de totxos disposats perpendicularment al fons. El fons de les eres és un empedrat de còdols decimètrics bàsicament calcaris, dit *enrollado* en el vocabulari de la regió.

Les salines són actives de juny a setembre. A aquestes salines es fa una sola recollida al final de l'estiu. A les basses i a les eres s'hi afegeix una capa fina d'aigua i s'espera que s'evapori (amb la consegüent precipitació de sal al fons de la bassa o de l'era), i novament s'hi va afegint aigua i, així, es va fent aquest procés tot l'estiu, i és al final de l'estiu quan es recull la sal. A partir de setembre, les basses i eres s'omplen molt i, així, la sal que no s'ha collit es preserva per a l'any següent.

4.7. Calassanç

Les salines estan situades a 1 km al nord del poble de Calassanç, i es disposen damunt de materials triàsics. Les salines ja existien durant el regnat de Jaume I (Arroyo, 1961). Aquestes salines estan citades en un memorial de l'any 1686, en el qual s'explica que s'exportava sal a França i a Catalunya (Asso, 1798). Madoz (1845-1850) i Yegros (1852) citen que en aquestes salines hi havia «un hermoso pozo» i diverses eres que pertanyien a particulars diferents. Les salines foren destruïdes per Felip II, i el pou «tabicado con cal y canto» situada que continuava l'any 1852 (Yegros, 1852).

Actualment, les salines de Calassanç es disposen en dues zones: l'antiga i la nova. Les salines antigues estan parcialment abandonades. Les eres que s'observen estan separades entre si per taulons de fusta fixats per estaques de fusta, i el fons és un empedrat de còdols decimètrics bàsicament calcaris. A la zona nova, que tenia un cert funcionament l'any 1996, hi havia 24 eres rectangulars. Les eres noves estan separades entre si per taulons de fusta, i el fons està fet de totxos.

4.8. Estopanyà

Mallada (1878, 1902) cita que entre Estopanyà i Camporrells, a la riba dreta del riu Noguera Ribagorçana, es van intentar explotar unes salines a les proximitats d'una antiga mina de sal gemma. Les salines d'Estopanyà estaven situades davant de la presa de l'embarcament de Canyelles, en una raconada, a la dreta de la Noguera Ribagorçana. L'aigua provenia d'un pou, i es treia de manera manual. A les salines hi vivia una família (possiblement fins a principis del segle XX), i posteriorment van passar a mans d'un veí d'Estopanyà. Les salines van ser explotades fins l'any 1950, i tan sols funcionaven durant l'estiu. La sal es venia als pobles dels voltants d'Estopanyà, i s'utilitzava bàsicament per al bestiar.

4.9. Vilanova de la Sal

Les salines estan situades a uns 2 km al nord de Vilanova de la Sal, a la carretera LV-9045. A Vilanova de la Sal, conegut també per Vilanova de les Avellanes, hi ha tres fonts

d'aigua salada (Yegros, 1852; Mallada, 1902). Cap a mitjan segle XIX les tres fonts estaven tancades i vigilades per «dependientes del resguardo», però durant el mes de juliol s'elaboraven centenars de faneques. La sal es guardava en un magatzem a Vilanova, a càrrec d'un administrador, el qual enviava la sal a la intendència de Lleida (Yegros, 1852). Les dades de producció entre el 1847 i el 1851 són de 8.222 faneques de sal, amb un mínim de 1.225 faneques l'any 1848 i un màxim de 1.875 faneques l'any 1847 (Yegros, 1853). Les dades de producció entre el 1852 i el 1856 són molt irregulars, des de 1.977 faneques l'any 1853 fins a 41.890 faneques l'any 1855 («Estado...», 1857). Tanmateix, la quantitat de sal de l'any 1855 sembla que és molt més alta que la capacitat de producció de les salines de Vilanova de la Sal i, per tant, s'ha de posar en dubte.

Les salines pertanyen des de l'any 1864 a la mateixa família, segons el Registre de la Propietat. A partir de 1960 les salines passaren a tenir dos propietaris, i l'any 1964 una de les dues famílies es va quedar amb la totalitat. Durant els darrers anys de funcionament (entre 1964 i 1989) s'obtenien uns 20.000 kg de sal. Durant aquests anys treballaven a les salines el pare de l'actual propietari, el propietari i un jornalero. L'últim any de «fer sal» fou el 1989.

L'aigua s'obtenia d'un pou d'uns 4 m de diàmetre. L'aigua, a la part superior del pou, té una salinitat de 12°, i a la part inferior de 22 a 24°. Quan s'explotaven les salines, l'aigua bombejada de la part superior s'enviava a les basses perquè s'anés concentrant i, un cop s'havia aconseguit una concentració adequada (uns 24°), s'enviava cap a les eres. L'aigua de la part inferior del pou també es podia enviar directament a les eres. L'aigua del pou es treia mitjançant una sinya de fusta (actualment ben conservada). La sinya tenia adherits uns pots anomenats *catúfols*, i la feia girar un burro. La forma de les eres varia de quadrades (d'uns 8 m de costat) a rectangulars, encara que hi ha un cert nombre d'eres irregulars. Les poques eres antigues que es conserven tenien el fons constituït per lloses de calcàries. Les eres modernes tenen el fons cimentat, i estan limitades per taulons de fusta, actualment bastant destrossats.

La recollida de sal (*replegar*, segons el propietari) s'iniciava l'1 de juny i s'acabava a finals de setembre. Algun any s'iniciava l'última setmana de maig. Es replegava sal cada 4 o 5 dies, si feia bo. Si plovia, es llençava l'aigua i s'havien de netejar les eres. La sal es replegava amb un rasclat de fusta i es guardava al magatzem. La sal es venia a l'engròs, però també es venia per al consum diari en paquets de 600 g.

4.10. Santa Linya

Les salines de Santa Linya han estat citades per Gil (1838), el qual fins i tot detalla un robatori de sal l'any 1835 al magatzem de sal (gabella). Yegros (1852) i Mallada (1902) citen la presència de dues fonts salinoses a Santa Linya. Cap a mitjan segle XIX les dues fonts de Santa Linya, com les de Vilanova de la Sal, estaven tancades i vigilades per «dependientes del resguardo», però durant el mes de juliol s'elaboraven algunes centenes de *faneques* de sal. La sal es guardava en un magatzem a Vilanova, el qual estava a càrrec de l'administrador, que també era l'encarregat d'enviar la sal a la intendència de Lleida (Yegros, 1852). És possible que, per la proximitat de Santa Linya a les salines de Vilanova de la Sal, alguns autors s'hi refereixin com les de Santa Linya, o que en realitat siguin les mateixes salines, tal com sembla deduir-se de Zamora (1788).

4.11. *Foradada*

Ríos i Almela (1953) citen aquestes salines, de les quals amb prou feines en van observar les restes de les antigues instal·lacions, i que situen entre Rubió de Dalt i Foradada. Vidal (1875), Rocafort (1904) i Altimir Bolva (1949-1950) també fan esment de les salines de Foradada, però no aporten cap dada.

4.12. *Camarasa*

Les salines de Camarasa ja s'explotaven l'any 1050, quan el comte de Barcelona Ramon Berenguer I en concedí l'explotació a uns 60 masos que es repartien equitativament les eres (Rocafort, 1904). Posteriorment, l'any 1270, també hi ha documentació de quan el batlle de Camarasa es va apropiari del dret de fabricar sal de dissabte a dilluns (Gual Camarena, 1965). L'any 1848, el govern prohibí l'explotació de sal i va ordenar destruir les salines (Rocafort, 1904).

Segons Rocafort (1904), les salines estaven situades a 3 km al NE del poble, a la partida anomenada Les Salines, i aquest autor precisa que s'hi observaven les restes de les eres.

4.13. *Gerri de la Sal*

L'existència de les salines de Gerri de la Sal (o rodalia) està documentada de l'any 819 (Abadal, 1955), i pocs anys després (839) un altre document explica que dos ciutadans van vendre una era el monestir (Abadal, 1955). En ambdós documents, però, no queda clar que l'era estés situada exactament a Gerri o al llogaret de Buseu (a pocs quilòmetres de Gerri). Posteriorment, hi ha notícies, més o menys separades en el temps, de les salines de Gerri en diversos documents, fins al segle XV (Abadal, 1955; Iglésies, 1965; Puig i Ferreté, 1991). Un document de l'any 1424 mostra el domini del monestir a les salines (Iglésies, 1965; Puig i Ferreté, 1991).

Ara bé, les salines més importants i citades de la zona de Gerri de la Sal i de tot el comtat del Pallars durant tota l'edat mitjana foren les salines de Morrerres (Puig i Ferreté, 1991). Segons aquest autor, l'evolució de l'explotació d'aquestes salines va passar per diverses etapes. Durant els segles IX i X les salines eren explotades per petits propietaris, però cap a mitjan segle X el monestir de Gerri de la Sal ja en tenia una bona part. Durant els segles XI i XII el monestir, i també l'aristocràcia (comtes del Pallars), van incrementar el seu poder a les salines. Algun document d'aquesta època cita aquestes salines com les de Castellsalat. Durant els segles XIV i XV les salines de Morrerres ja foren un monopoli del comte de Pallars, i també en part del monestir de Gerri de la Sal (Puig i Ferreté, 1991).

A partir del segle XV les salines de Morrerres van anar perdent importància, i a final del segle XVIII les salines de Morrerres estaven ja totalment destruïdes (Iglésies, 1965). Paral·lelament, les salines de Gerri de la Sal van augmentar considerablement la producció i estaven sota el control directe del monestir. Durant aquest període, els fabricants de sal pagaven un impost al monestir i venien la sal a qui volien. De tant en tant hi hagué intents, com el de l'any 1683, per part d'alguns ciutadans, de disminuir el poder de l'abat (Iglésies, 1965).

L'any 1716 el rei Felip V va adjudicar al seu Reial Patrimoni les sals fabricades a Gerri, i hi instal·là un administrador i diversos guàrdies per fer complir la llei, tot conservant els drets del monestir. Els fabricants de sal van poder continuar fent-ne a les eres, però amb l'obligació de pagar un tant per cada «carga» (2 faneques) de sal elaborada (Iglésies, 1965). Els fabricants de sal van crear un cos denominat Mena, format per diversos operaris, per defensar i coordinar les tasques de les salines, com per exemple el control de l'aigua, el control de la producció i el pagament de cada fabricant, entre altres tasques (Iglésies, 1965). L'any 1776 fou concedit pel rei el permís per vendre sal a França als fabricants de Gerri de la Sal.

El Suplemento de la Gaceta de Madrid, del 23 de juny de 1821, publica la relació de 27 eres, 27 eres preparatòries (*alcabotes*) diverses basses i casetes, així com també el nombre d'hores d'aigua que el monestir tenia a les salines.

De l'any 1831 al 1837, les salines de Gerri, com totes les de Catalunya, van passar a pertànyer a una empresa privada denominada Empresa de Salinas (Gil, 1838). Durant aquests anys, aquesta empresa va sofrir abundants robatoris, fins i tot de les mateixes autoritats, Gil (1838) cita que el «Comandante de Armas» de Tremp es va apoderar dels diners que l'empresa tenia al magatzem de sal de Gerri de la Sal. Les dades de producció de sal cap a mitjan segle XIX, en concret entre el 1847 i el 1865, són molt variables. Durant aquest decenni hi ha un any (1849) que no es va elaborar sal, alguns anys que se'n produí una quantitat molt i molt baixa, mentre que el 1851 se'n van fabricar 33.217 quintars (Yegros, 1853; «Estado...», 1857).

L'evolució de les salines des de final del segle XIX fins avui dia es pot dividir en quatre etapes, una etapa abastaria fins als anys 1920, en què hi havia tan sols un mercat comarcal per comercialitzar la sal (Beltran, 1992). Durant aquesta etapa s'elaborava sal un any sí i un any no (Rocafort, 1904; Beltran, 1992). La segona etapa comprèn des dels anys 1920 fins als anys 1950, en què hi ha un augment del mercat i es torna a elaborar sal cada any (Beltran, 1992). Les xifres de producció entre el 1928 i el 1944 varien entre uns 150.000 kg l'any 1939 (inici de la Guerra Civil), a més de 2.600.000 kg l'any 1931 (Beltran, 1992). Aquesta etapa de relativa prosperitat s'acaba, i des dels anys 1950 fins a l'any 1970, segueix una davallada progressiva de l'activitat salinera, amb la consegüent reducció de la producció (Beltran, 1992). L'última etapa aniria dels anys 1970 fins ara, i es pot anomenar *l'etapa d'abandonament* de les salines. La riuada de l'any 1982, amb la destrucció de nombroses eres, en seria quasi el punt final. Hem de destacar que, almenys fins l'any 2000, un particular manté l'explotació a unes quantes eres.

La descripció, el mètode i l'organització del treball de les salines de Gerri estan perfectament exposats en els treballs de Beltran (1988a, 1988b i 1992).

4.14. Sant Feliu

El poble de Sant Feliu està situat a l'Alta Ribagorça. La presència d'una font salada a Sant Feliu, i la seva explotació mitjançant salines, ha estat citada a *Història natural* (1985).

4.15. Gósol

Un article anònim (Sal, 1877) cita l'existència d'una mina de sal gemma a Gósol, que estava destinada a subministrar sal a la zona de la Seu d'Urgell, Andorra i la Cerdanya.

També diversos autors (Vidal, 1875; Rocafort, 1904, Altimir Bolva, 1949-1950 i *Història natural* 1985) fan esment d'una font salada a Gósol i la seva explotació mitjançant salines.

4.16. Cambrils

Les primeres referències de les salines de Cambrils daten de mitjan segle XX. Segons Madoz (1854-1850) i Yegros (1852) el govern mantenia cinc individus a Cambrils. Però és possible que s'obtingués sal prèviament a aquest període mitjançant l'ebullició de l'aigua salada en una caldera (Roca *et al.*, 1989). Les salines, amb les basses i les eres, segurament van ser construïdes cap a final del segle XIX o principis del XX (Roca *et al.*, 1989), en concret les de la zona denominada del Salí, mentre que les de la zona de les Cabanetes es van construir el primer terç del segle XX. Vidal (1875), Rocafort (1904), i posteriorment Altimir Bolva (1949-1950) i Igme (1975), citen salines a Odèn. És possible, en tant que Cambrils pertany al terme municipal d'Odèn, que realment corresponguin a les salines de Cambrils. La fabricació de sal a Cambrils va durar fins l'any 1963 (Roca *et al.*, 1989).

La producció de sal durant els darrers anys d'explotació oscil·lava, per terme general, d'uns 165.000 kg, i la seva distribució era bàsicament regional (Roca *et al.*, 1989). El conjunt de les salines de Cambrils està format per dues zones: el Salí i les Cabanetes. Cada zona consta de dues basses i diverses eres (Roca *et al.*, 1989). La descripció detallada de les salines, el mètode i l'organització del treball estan perfectament descrits en el treball de Roca *et al.* (1989).

4.17. Brocà

Al nord de Guardiola de Llobregat hi ha actualment una font salada. Aquest indret pertanyia al terme municipal de Brocà. Segons Madoz (1845-1850) i Yegros (1852), aquesta font fou emprada per fabricar sal, mitjançant l'ebullició de l'aigua en més de cent calderes. Aquesta explotació de sal fou utilitzada durant les guerres carlistes del primer terç del segle XIX, quan foren tancades les mines de sal de Cardona. Aquestes salines també estan referenciades per Altimir Bolva (1849-1850).

4.18. Vilanova de l'Aguda

Yegros (1852) parla de fonts salades a Tragó (Vilanova de l'Aguda), i posteriorment Vidal (1875), Rocafort (1904) i Altimir Bolva (1949-1950) citen la presència de sal (no se sap si de salines) en aquesta localitat, però no aporten cap altra dada.

4.19. Salàs de Pallars

Hi ha un document de l'any 1200 que cita que en aquesta localitat hi havia sal (no se sap si de salines) (Puig i Ferreté, 1991).

5. Conclusions

En aquest treball, a més de posar en relleu la importància de la fabricació de la sal a les salines continentals i explicar-ne els fonaments geològics i hidrològics, voldríem remarcar el fet greu de la possible desaparició de les salines. Considerem que les salines formen part del nostre patrimoni històric, i tan important és preservar una ermita romànica com una salina. Però, si una salina s'abandona, és quasi impossible de recuperar-la; per tant, és urgent endegar les accions necessàries abans que desapareguin definitivament.

Bibliografia

- ABADAL I DE VINYALS, R. DE (1955), *Els comtats de Pallars i Ribagorça. Catalunya Carolíngia*. Volum III. Institut d'Estudis Catalans. Memòries de la Secció Històrico-Arqueològica, XIV.
- ALTIMIR BOLVA (1949-1950), *La sal en el mundo*. Madrid, Ediciones al Servicio de la Industria Salinera.
- ARROYO, R. (1961), «La sal en Aragón y Valencia durante el reinado de Jaime I». A: *Saitabi*, 11, p. 253-261.
- ASSO, I. de (1798), *Historia de la economía política de Aragón*. Saragossa.
- BELTRAN, O. (1988a), «L'elaboració de la sal a les salines de Gerri: adaptació ecològica i control social». A: *L'Avenç*, 111, p. 28-33.
- BELTRAN, O. (1988b), «Tothom se'n va anar i el salí va quedar parat». «Emigració i treball saliner a Gerri de la Sal». A: *Collegats: Anuari del Centre d'Estudis del Pallars*, 2, p. 11-30.
- BELTRAN, O. (1992), «Las salinas de Gerri de la Sal. Medio ecológico, relaciones sociales y proceso técnico». A: *Actes du Colloque International du Sel*. Salies-de-Béarn, p. 195-205.
- COSTA, E. «A Peralta venen sal». A: *Avui*, Suplement, p. 16-17.
- DALLONI, M. (1910), «Étude géologique des Pyrénées de l'Aragón». A: *Ann. Fac. Sci. Marseille*, XIX.
- «Estado demostrativo de los quintales de sal elaborados en cada una de las salinas del reino en el quinquenio de 1852 a 1856 (1857)». A: *Revista Minera*, 8, p. 152-155.
- GIL, P. (1838), *Memoria expositiva, acompañada de los principales documentos, de lo ocurrido a la Empresa de Salinas que fue del Principado de Cataluña*. Madrid, Imprenta del Colegio de Sordo-Mudos.
- GUAL CAMARENA, M. (1965), *Para un mapa de la sal hispana en la Edad Media. Homenaje a Jaime Vicens Vives*, Barcelona, vol. I, p. 483-496.
- Història natural dels Països Catalans* (1985), Vol. 3: *Recursos geològics i sòl*. Barcelona, Enciclopèdia Catalana.
- IGME (1974), *Mapa Metalogenético de España, E: 1:200.000. Lérida 33*.
- IGME (1975), *Mapa Metalogenético de España, E: 1:200.000. Hospitalet 34*.
- IGLÉSIES, J. (1965), «Una memòria setcentista inèdita sobre la Font Salada de Gerri de la Sal». A: *Montaña*, 95, p. 18-26.
- MADOZ, P. (1845-1850), *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Madrid.

MALLADA, L. (1878), «Descripción física y geológica de la provincia de Huesca». A: *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, vol. VI.

MALLADA, L. (1902), *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, tom IV, Madrid.

MIRET Y SANS, J. (1918), *Itinerari Jaume I el Conqueridor*.

PUIG I FERRETÉ, I. M. (1991), *El Monestir de Santa Maria de Gerri (segles XI-XV)*. Vol. I. Institut d'Estudis Catalans. Memòries de la Secció Històrico-Arqueològica, XLII.

RIOS, J. M.; ALMELA, A. (1953), *Mapa geológico de España*. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja nº 328, Artesa de Segre.

ROCA, V; SALA, R; TORT, J. (1989), *El Salí de Cambrils*, Terrassa, Albada.

ROCAFORT, C. (1904), *Provincia de Lleyda*, tom IV. A: CARRERAS Y CANDI, F. *Geografía general de Catalunya*.

«Sal gema en la provincia de Lérida» (1877). A: *Revista Minera*, 28, p. 138-139.

VIDAL, M. L. (1875), «Ressenya mineral», p. 227-246. A: Carreras y Candi, F. *Geografía general de Catalunya*.

ZAMORA, F. DE (1788), *Diario de los viajes hechos en Cataluña*. A: cura de R. Boixareu, Barcelona, Curial, 1973.

YEGROS, S. (1852), «Apuntes sobre salinas». A: *Revista Minera*, tom III, p. 225-235 i 257-267.

YEGROS, S. (1853), «Nuevos Apuntes sobre salinas». A: *Revista Minera*, tom IV, p. 193-201.

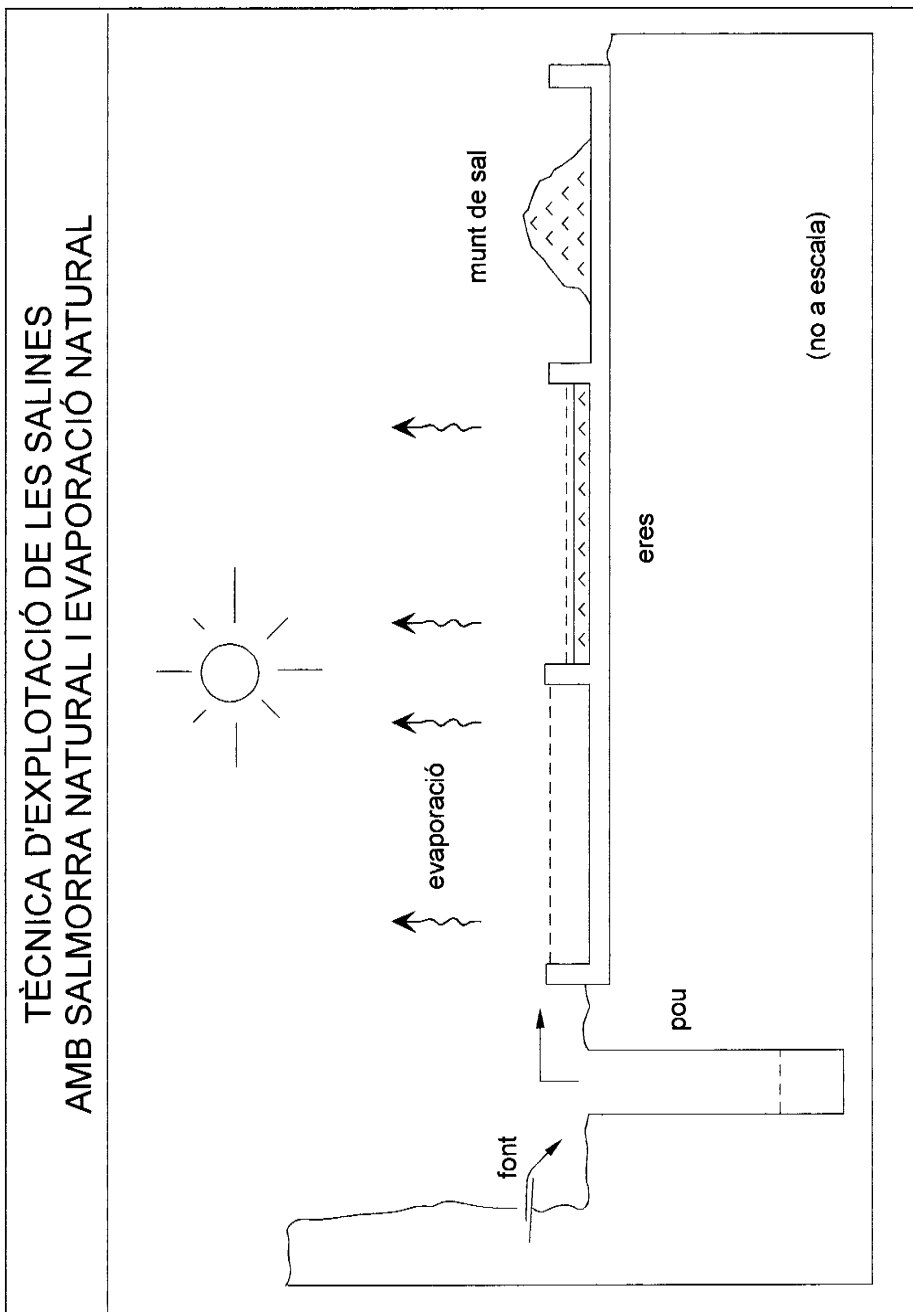


Figura 1. Mètode d'exploració d'una salina en què s'aprofita directament aigua salada natural i posterior evaporació en eres.

TÈCNICA D'EXPLOTACIÓ DE LES SALINES AMB SALMORRA ARTIFICIAL I EVAPORACIÓ NATURAL

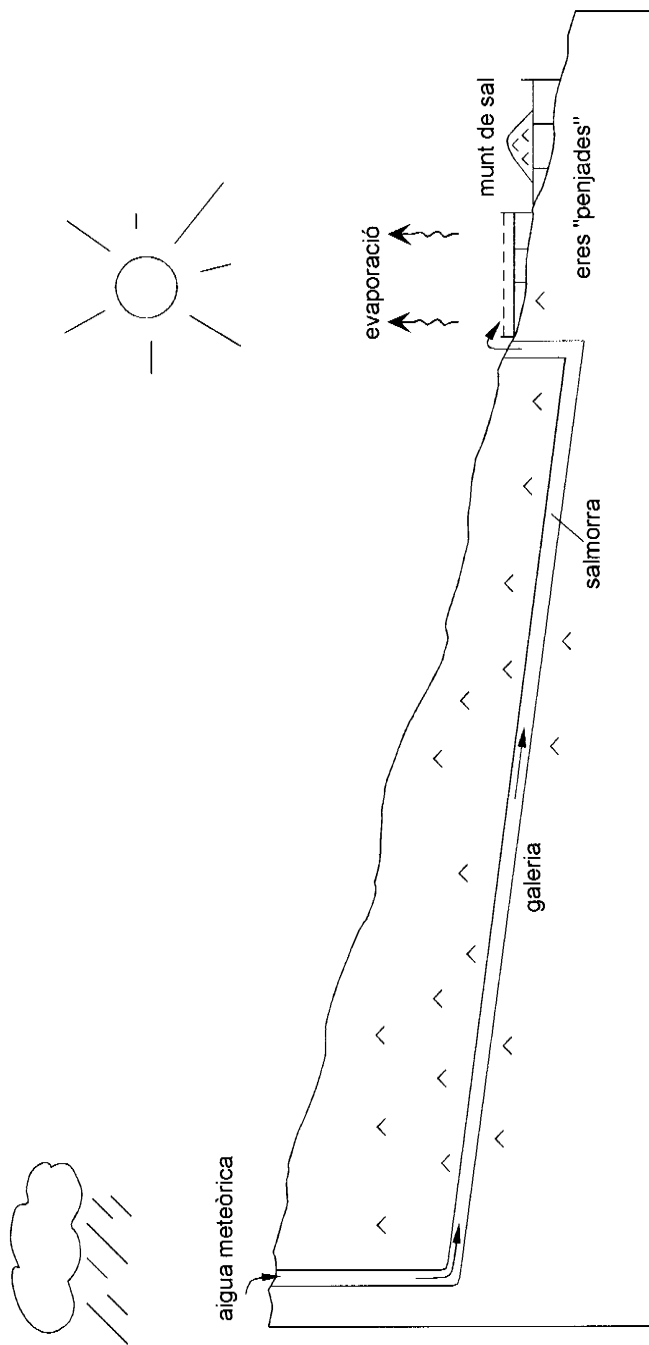


Figura 2. Mètode d'exploració d'una salina on l'aigua salada s'obté de manera artificial i la posterior evaporació en eres.

COMPOSICIÓ DE LES AIGUES					
	PERALTA	GERRI	IMON	MARINA	DOLÇA
Conductivitat	398.000	175.900	148.900	61.900	3.880
Temperatura °C			6.6		
pH	7.5	6.8	7.7		8.4
Salinitat ‰			219	36.8	
ppm CO	184.230	54.465	56.540	21.075	100
ppm Na	114.265	45.110	54.150	11.765	6.5
ppm Mg	310	505	1.095	1.480	25
ppm Ca	1.505	1.575	1.110	475	118
$\delta^{18}O\text{‰SMOW}$	-9.7	2.8	-5.2	+0.6	-8.4
$\delta^{18}D\text{‰SMOW}$	-39.7	-12.4	-41.8	+3.9	-58.5

Figura 3. Dades geoquímiques de les aigües de Gerri de la Sal i de Peralta de la Sal.

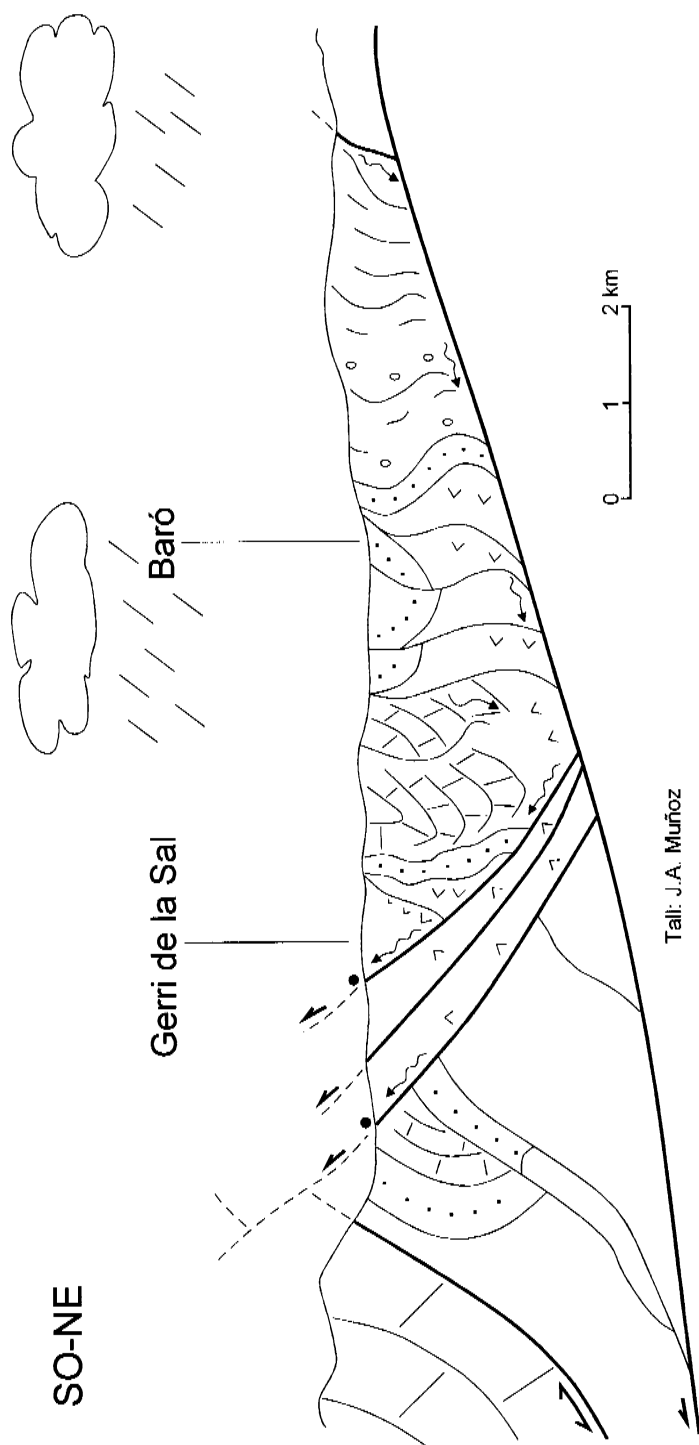


Figura 4. Tall geològic de la zona de Gerri de la Sal. Les fletxes indiquen la infiltració de les aigües meteoriques dolces i la posterior sortida a superfície, tot aprofitant el sistema de fractures, de les aigües salades. Tall geològic de J. A. Muñoz.

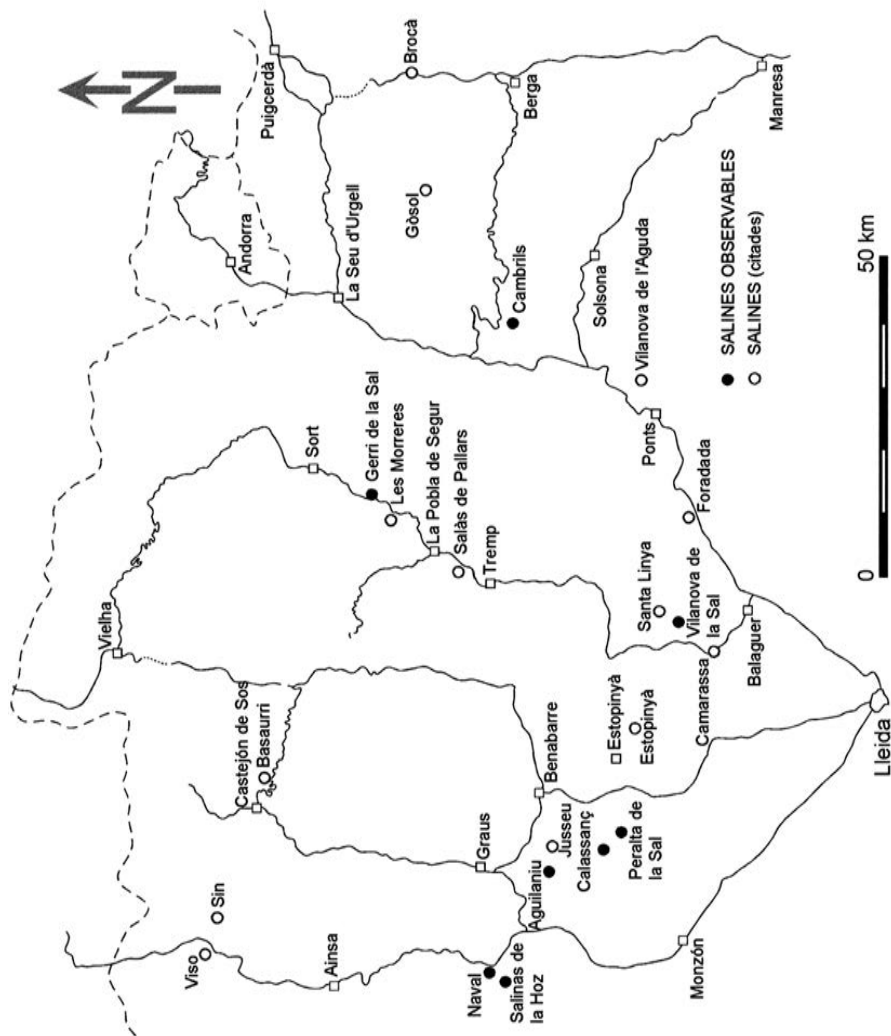


Figura 5. Mapa de distribució de les salines observables actualment (any 2000) i de les salines descrites a la bibliografia però que no s'observen actualment.

HUMBOLDT A CATALUNYA; CATALUNYA EN HUMBOLDT

Agustí Camós

CEHIC, Universitat Autònoma de Barcelona.

Paraules Clau: *segle XIX, Humboldt, Catalunya, divulgació científica.*

Humboldt in Catalonia; Catalonia in Humboldt.

Summary: *In this article we are going to analyse Humboldt's image in some circles of the catalan society, such as scientific publications, general publications or the catalan scientific activity itself. We are also going to analyse some information about the perception that the great naturalist had of Catalonia.*

Key words: *XIXth century, Humboldt, Catalonia, scientific diffusion.*

Alexander Humboldt va ser un dels gran científics del segle XIX. La seva activitat científica la podem dividir en tres períodes: el primer, el del jove científic i explorador, en què inclouríem els anys de formació i el viatge a través d'Amèrica; el segon, el de l'etapa de maduresa, en què Humboldt publicà les seves grans obres sobre Amèrica, i que abraçaria des del retorn d'Amèrica fins a mitjans de segle; i, finalment, un tercer període, que correspondria als darrers anys de vida d'un Humboldt, ja gran, el qual seguia treballant i publicant el *Kosmos*, quan ja era un veritable mite de la ciència.

1. Un jove científic

El jove Humboldt, després d'abandonar Prússia, on havia treballant com a funcionari de mines, s'instal·là a París, on féu una sèrie d'investigacions sobre el gavalnisme i la fisiologia vegetal, que tingueren un cert ressò en el món científic.

A finals de 1798, es dirigí cap a Madrid per tal de sol·licitar permís per realitzar una expedició a l'Amèrica espanyola, i posteriorment anà cap a La Corunya, on començaria el seu famós viatge. En el seu recorregut per terres peninsulars, travessà Catalunya, i tenim constància de les seves impressions a través del seu diari d'observacions, que entregà al seu amic V. Zach. En aquest diari afirma: «Llegué a Barcelona el 19 nivoso y pude efectuar observaciones desde el día siguiente, en la misma terraza de la fuente dorada donde Machain ha trabajado tanto tiempo». A continuació es refereix a les dificultats per fer observacions que

trobà al llarg del seu viatge a través de la península a causa de la desconfiança de la població, per referir-se a continuació al seu pas per Martorell: «...En Martorell practiqué observaciones en plena calle, rodeado de unos treinta espectadores que gritaban unos a otros que estaba yo adorando a la luna. Pero, aparte de eso, la gente se mantuvo quieta». (Beck, 1971, p. 133).

Pel que recull en el seu diari, Humboldt s'hauria format la imatge d'un poble català molt inculte, que quan veia que un científic feia mesures al carrer es pensava que es tractava d'un bruixot o d'un adorador pagà. De Barcelona sembla tenir un altre concepte, ja que, com Machain, pogué fer observacions sense problemes.

D'aquest primer període de l'activitat de Humboldt se'n conserven pocs rastres a Catalunya. El primer correspon a la repercussió de les seves primeres recerques en el món científic català. L'acadèmic de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, Francesc Salvà i Campillo (1751-1828), fa reiterades referències a Humboldt en tres memòries llegides a l'Acadèmia, dues a l'any 1800 i la tercera a l'any 1804, però que no foren publicades fins el 1878 en el butlletí de l'entitat. En aquestes memòries, Salvà demostrà tenir un acurat coneixement del treball sobre el galvanisme que havia fet Humboldt, que foren publicats en alemany el 1797 i, dos anys més tard, en francès, llengua en la que Salvà llegí l'obra (1878, p. 43).

En totes tres memòries Salvà defensa les tesis del científic alemany, segons les quals el fluid galvànic seria diferent de l'elèctric. A més, demostra un gran coneixement dels experiments realitzats per Humboldt, així com també un gran respecte pel seu treball científic, com queda reflectit en el següent paràgraf: «El barón Humboldt lo cree así, apoyado en muchos experimentos, y después de haberlos yo repetido y hecho otros relativos al asunto no puedo menos que suscribir el dictamen de este sabio, de que el galvanismo depende de una causa particular, cuyas leyes son muy distintas de las que conocemos del fluido eléctrico...» (Salvà, 1878, p. 15).

Anys més tard, a les *Memories de Agricultura y Artes*, publicades per la Junta de Comerç, trobem una referència a Humboldt relacionada amb l'activitat científica anterior al seu viatge per Amèrica, quan ja feia anys que havia tornat a Europa. Es tracta d'un paràgraf aparegut en un article sobre els adobs: «Los experimentos de Humboldt, de Gough y de Rallou han demostrado cómo el oxígeno puede servir de excitante en la vegetación». (Agricultura, 1815, p. 55). És una referència a unes investigacions realitzades per Humboldt sobre l'absorció d'oxigen per les terres de conreu.

Cal constatar que, en aquest període, no trobem cap dada en relació amb el seu gran viatge per Amèrica, mentre que a diferents publicacions de Madrid podem trobar-hi moltes referències (Camós, 2001). Aquesta situació és completament lògica pels contactes que Humboldt establí durant la seva estada a Madrid amb membres del Real Jardín Botánico, així com també pels compromisos que adquirí amb la cort, a partir dels quals havia d'informar sobre el seu viatge a les institucions científiques de la capital de l'Estat. Està clar que, en aquesta època, Barcelona està completament al marge dels esdeveniments científics que es podien produir a Amèrica.

2. Un gran científic europeu

Aquest període, des del retorn d'Amèrica fins a mitjans de segle, inclou els seus anys a París i el seu retorn a Alemanya. En aquests anys publicà la seva gran obra sobre el viatge a Amèrica, *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent*, on recordaria la

visita a les runes romanes de Tarragona i l'excursió que féu a Montserrat, i on faria diverses referències a Joan Orpí, fundador de la ciutat Nova Barcelona, a Veneçuela, i on també descriuria l'obra de les missions dels caputxins catalans a la Guaiana (Vila, 1974, p. 77-89).

Durant aquests anys ja trobem nombroses referències a Humboldt en tot tipus de publicacions, i no solament en les de caire científic o de divulgació. Ja és un científic consagrat amb una extensa obra publicada, de la qual ja n'hi ha una part traduïda al castellà; per tant, les publicacions parlen de Humboldt com un dels gran científics europeus.

En el setmanari liberal *El Europeo*, publicat entre l'octubre de 1823 i l'abril de 1834 a Barcelona, considerat com el primer exponent sistemàtic de la ideologia i la temàtica de la literatura romàntica, hi apareixen dues referències. La primera, del 6 de desembre de 1823, té encara les mateixes característiques que les aparegudes anteriorment a Barcelona. En un article titulat «Botánica. Observaciones sobre la vegetación», l'autor es refereix a les investigacions de Humboldt sobre el paper de l'oxigen en el desenvolupament de la vegetació (Botànica, 1823, p. 233-235): «tiene relación con los experimentos hechos por los señores de Humboldt e Ingenhous; i més endavant afegeix: Humboldt prueba que para la separación del oxígeno es va bastante la luz de una pequeña lámpara». L'altra cita apareguda a *El Europeo* fa referència al treball geològic de Humboldt, i el tracta ja com un eminent científic. La cita va aparèixer a l'apartat de notícies literàries, on es descriu el *Diccionario de las ciencias naturales*, en el que hi participà Humboldt com a redactor, juntament amb Cuvier, Lacepede, Jussieu i Candolle, entre d'altres, i on es destaca elogiosament un article redactat pe Humboldt sota el títol d'«Independencia de las formaciones», que constituye por sí solo una obra completa, en que el autor trata con grande maestría la superposición de las rocas en los dos hemisferios (Noticias, 1824, p. 160). Ara ja es posa a Humboldt al costat dels grans científics del moment, com Cuvier o Jussieu.

En un diari de tendència liberal, *El Guardia Nacional. Eco de la razón*, que es publicà entre el 1835 i el 1839 a Barcelona, també hi trobem alguna referència a Humboldt. Així, en el número publicat el 14 d'abril de 1836, podem llegir, a l'apartat de varietats: Según Humboldt las especies de plantas conocida ascienden a 44.000. De éstas, 6.000 son criptógamas (que no tienen flor ni fructificación visible) y las restantes 38.000 son fanerógamas (que tienen visibles los órganos de fructificación). (Plantas, 1836). L'autoritat de Humboldt ja és suficient per legitimar afirmacions com la citada.

També trobem elogioses referències a Humboldt en una revista il·lustrada de periodicitat mensual, que es publicà a Barcelona entre el 1838 i el 1841. Es tracta d'*El Museo de Familias*, dirigida por Antonio Bergnes de las Casas, a qui ens referirem més endavant, la qual tenia com un dels seus objectius fonamentals la divulgació de la ciència entre les capes populars (Camós, 1998, p. 640-641). En aquesta revista hi tornem a trobar citat Humboldt al costat dels científics més reconeguts del moment. En un article sobre la classificació de l'home entre els éssers vius (Balbi, 1838, p. 240), el seu nom apareix al costat dels de Cuvier, Blumenbach i Virey, entre d'altres. El darrer any de la publicació de la revista, el 1841, apareix un article sobre les universitats a diferents parts d'Europa, fent especial menció de les alemanyes. En aquest article, en referir-se a la Universitat de Berlín, escriu: «Aunque es una de las más modernas, esta Universidad, gracias a la solicitud del gobierno, cuenta en su semo con los hombres más eminentes de Alemania: ...al enciclopédico Humboldt». (Universidades, 1841, p. 364). D'aquesta forma, en un període en què comença a despertar-se una marcada germanofília a Espanya, se situa Humboldt entre els grans científics alemanys.

També a *El Museo de Familias* el trobem citat en relació amb un dels descobriments que produïren més impacte a la primera meitat del segle XIX: el daguerreotip. El seu nom apareix en un conegut article de Pere Felip Monlau sobre aquest nou aparell. Aquí, en descriure el procés de desenvolupament d'aquesta nova tècnica i els científics a qui Daguerre havia anat confiant els seus progressos, escriu Monlau: «Mr. Daguerre ha comunicado y sigue comunicando a los Mrs. Arago, Biot y de Humboldt la serie de experimentos y ensayos que ha hecho para llegar al prodigioso resultado que embarga hoy día a todos los sabios y artistas». (Monlau, 1839, p. 468). Humboldt apareix com un dels científics de París que mereixen major confiança, a qui Daguerre pot confiar els secrets de la nova tècnica perquè Humboldt en certifiqui el valor i la importància.

En un altra revista il·lustrada, publicada entre el 1841 i el 1843 a Barcelona, *El Album Pintoresco Universal*, de periodicitat quinzenal, també hi trobem alguna referència a Humboldt. En el número publicat el març de 1842 trobem un article dedicat a la descripció d'un fòssil, que comença amb les següents paraules: «Uno de los títulos más gloriosos de Mr. Humboldt es el de haber sido el guía que mejor ha dado a conocer las infinitas variaciones, que según las diferencias de climas y lugares presentan las causas externas de la existencia de los seres organizados bajo todas las zonas, y haber fijado de una manera exacta el grado de influencia que estas variaciones ejercen en la vida de los seres a ellas sometidos». (Fòsil, 1842, p. 84). Com podem veure, l'autor de l'article no es refereix a Humboldt per haver realitzat un descobriment concret o una nova exploració, sinó per haver iniciat un extremadament complex nou tipus d'estudi, que relaciona les condicions físico-químiques del medi i els organismes que hi viuen.

3. Humboldt, un mite de la ciència

En els darrers anys de la seva llarga vida, Humboldt ja no sols era un gran científica europeu, sinó que va esdevenir un veritable mite de la ciència, a qui es dirigien estudiants i persones de tot tipus. La seva residència a Berlín es va transformar en un lloc de peregrinació on acudien persones d'arreu que volien conèixer aquest mite vivent de la ciència del segle, com el català Joan Font i Guitart.

Durant els darrers anys de la seva vida Humboldt, va anar escrivint els diferents volums del *Kosmos*, on hi trobem algunes referències de Catalunya. En el volum V es refereix a la regió volcànica d'Olot, que és possible que Humboldt hagués travessat en el seu camí cap a Madrid mig segle abans (Vila, 1974, p. 66). També es fa ressò de les gestes d'alguns navegants catalans, com Jaume Ferrer i Francesc Galí, i també Ramon Llull, en les seves facetes de navegant i filòsof (Vila, 1974, p. 68-73).

La seva mort el 6 de maig de 1859, a Berlín, va commoure tot Europa, fet que es va reflectir a la premsa de tot el continent. Uns dies després de la seva mort, el 10 de maig, va aparèixer al *Diario de Barcelona*, a l'apartat de «Partes telegráficos particulares», una notícia de París, que diu: «Se ha mandado colocar en el museo de Versalles la estatua de Alejandro Humboldt»¹. No hi ha cap aclariment, però sembla evident la relació d'aquest fet amb la mort de Humboldt. En el diari del dia 14 de maig apareix una notícia sobre els seus funerals, cele-

1. *Diario de Barcelona* (1959), n. 130, p. 5054.

brats a Berlín, on s'aclareix la notícia del dia 10, ja que s'afirma que l'emperador ha resolt col·locar una estàtua de Humboldt al museu de Versalles al costat de totes les glòries nacionals, destacant que es tracta del primer savi estranger a qui se li confereix aquest honor.² Haurèm d'esperar fins al 19 de maig, en què es publicà una àmplia necrològica que acabava amb la següent frase: «Mr. Humboldt ha escrito multitud de obras que justifican los títulos que se le han dado de «creador de la geografía comparada» y de «renovador universal de las ciencias naturales». (Necrología, 1859, p. 5364-5366).

Humboldt té una important presència a la revista il·lustrada *La Abeja*, que es publicà a Barcelona uns anys després de la mort del científic alemany. Va ser una publicació periòdica que impulsà una societat literària, que va veure la llum entre el 1861 i el 1867, tot i que va ser el 1870 quan aparegueren els dos darrers números que conclouen el sisè volum de la revista.

El director de la publicació, Antoni Bergnes de las Casas, que va ser un important difusor de la cultura científica a Catalunya i a Espanya (Camós, 1998, p. 633-651), presenta unes interessants analogies amb Humboldt: el seu tarannà liberal, la seva admiració pels Estats Units d'Amèrica, la seva ferma oposició a l'esclavitud i el seu marcat interès per la divulgació de la ciència. Aquest interès el portà a traduir i imprimir nombroses obres científiques i a participar intensament en la publicació de dues revistes que contenien articles de divulgació científica: *El Museo de Familias*, al qual ens hem referit anteriorment, i *La Abeja*.

L'autor que Bergnes pren com a model de difusió de la cultura científica a *La Abeja* és Humboldt. El mateix Bergnes, en el primer article de la revista, on presenta els objectius de la publicació, referint-se a l'important paper que desenvolupen els científics que fan exposicions comprensibles del avanços de la ciència, escriu: «No puede negarse que a tan lisonjero resultado ha contribuido en gran manera el ejemplo de Alejandro Humboldt, cuyas Representaciones de la naturaleza y cuya obra más reciente, El Kosmos, hermanan, con la hermosura de la forma y la viveza del colorido, tanto valor intrínseco, tanta ciencia, por decirlo en una palabra, tanta filosofía. (Bergnes, 1862). L'elogi a la tasca de divulgació bella i rigorosa realitzada pel «decano de los físicos y naturalistas europeos», no pot ser més expressiu.

A la revista apareixen diferents fragments de les obres de Humboldt, *Cuadros de la Naturaleza* i *Armonías de la naturaleza*. No sembla un cas aïllat ja que, en altres revistes de la mateixa època, com el *Semanario Popular*, publicat a Madrid entre el 1862 i el 1865, també hi trobem articles similars, com «Los dos océanos».

Però és al primer volum de *La Abeja* on trobem els articles que posen de manifest el grau de mitificació a què havia arribat Humboldt en certs cercles de la societat barcelonessa. L'autor dels articles que reflecteixen aquesta enorme admiració per Humboldt és el membre més jove de la societat literària responsable de la revista, Joan Font i Guitart. Coneixem poques dades de la seva vida: sabem que morí jove, el 1889, que era doctor en medicina i ciències exactes, que residí als Estats Units i a Alemanya, on estudià a la Universitat, que traduí al castellà obres alemanyes d'autors com Heine i Schiller, i que, com veurem, conegué personalment Humboldt en els darrers anys de la seva vida.

La revista dedica una mena de monogràfic de vint-i-una pàgines a Humboldt. A la primera plana del monogràfic apareix, a la part superior, el nom de la revista en grans lletres, un dibuix del rostre de Humboldt, que ocupa la major part, el seu nom i la seva firma. A més,

aquesta plana i les disset següents corresponen a un llarg elogi fúnebre escrit per Font en els dies de la mort de Humboldt (Font, 1862a, p. 121-138), per la qual cosa les pàgines tenen una gruixuda línia negra a la vora, que produeix un fort impacte visual. Sembla com si els redactors de la revista volguessin donar un relleu molt especial a aquest monogràfic, a la vegada que lligaven visualment el nombre de la revista i el rostre de Humboldt.

A més de l'elogi fúnebre, al qual, ens referirem posteriorment, aquest monogràfic conté dos articles: una carta de Humboldt a F. Hoefler, autor d'un article biogràfic sobre el naturalista alemany, publicada en el setmanari il·lustrat francès *L'Illustration* i comentada per Joan Font (Font, 1862b, p. 139-140); i un altre article de Joan Font, en què surt en defensa del poble alemany i de la seva premsa arran d'una sèrie d'articles apareguts a França on, d'alguna forma, es degradava la memòria de Humboldt (Font, 1862c, p. 140-141).

Ens referirem, per acabar, a l'elogi fúnebre de Joan Font, en el qual posa de manifest que, durant la seva estada a Alemanya, tingué el privilegi «de conecer personalmente al venerable Néstor de las ciencias naturales, al haber gozado de su conversación y haber estrechado aquella mano que tantos bienes diera al mundo». (Font, 1862a, p. 137). També fa palès que la referència de la revista és el savi alemany, quan explica les raons que han portat a la revista a dedicar unes pàgines a Humboldt: «¿Cómo podemos callar, cuando se cierra la tumba sobre los restos de aquél que fue creador y cabeza de las ciencias populares, que La Abeja está destinada a propagar?». (Font, 1862a, p. 123).

Després de justificar l'article, desenvolupa una biografia bastant completa. A continuació, fa una llarga descripció del que considera la seva obra culminat, *El Cosmo*, que compara amb *El Quijote*, dient: «ha sido para las ciencias lo que para las letras el Quijote; ambos libros gigantes fueron la más alta expresión del espíritu de su siglo». (Font, 1862a, p. 133). Tot l'article és ple de grans elogis; com a mostra, citaré el següent paràgraf: «Humboldt había llegado a aquella altura de tan pocos alcanzada, superior a toda consideración de partido, de nacionalidad, de religión; objeto de la admiración del mundo, que ya en vida gozan de la inmortalidad reservada a su nombre». (Font, 1862a, p. 122). Inqüestionablement, aquestes frases i d'altres moltes mostren Humboldt com un personatge únic, com el gran científic del seu segle, que es situa per damunt de qualsevol frontera política o ideològica que l'home pogués posar.

Bibliografia

- AGRICULTURA de los abonos (1815), *Memorias de Agricultura y Artes*, vol. I, p. 53-65.
- BALBI (1838), «Observaciones sobre las principales clasificaciones del genero humano» *El Museo de Familias*, vol. I, p. 240.
- BECK, H. (1871), *Alexander Von Humboldt*, Mèxic, FCE.
- BERGNES, A. (1862), «Introducción». *La Abeja*, vol. I, p. 1-2.
- BOTÁNICA. Observaciones sobre la vegetación (1823), *El Europeo*, vol. I, n. 8, p. 233-235.
- CAMÓS, A. (1998), «Antoni Bergnes de las Casas (1801-1879) difusor de la cultura científica y del transformismo lamarckista», *Llull*, 21, p. 633-651.
- CAMÓS, A. (2001), «Humboldt en algunos medios de comunicación del siglo XIX en España». *A: Homenaje a Humboldt*, Universidade de La Corunya (en premsa).
- FONT, J. (1862a), «Alejandro de Humboldt», *La Abeja*, vol. I, p. 121-138.

FONT, J. (1862b), «Una carta de Humboldt», *La Abeja*, vol. I, p. 139-140.

FONT, J. (1862c), «Humboldt y el Austria», *La Abeja*, vol. I, p. 140-141.

FÓSIL antediluviano. Descripción de la cabeza del *Dinotherium giganteum* (1842), *Álbum Pintoresco Universal*, vol. II, p. 84.

HUMBOLDT, A. (1863), «Cuadros de la Naturaleza. Los animales invisibles de la atmósfera y del océano», *La Abeja*, vol. II, p. 233-234.

HUMBOLDT, A. (1863), «Armonías de la Naturaleza. Los océanos», *La Abeja*, vol. II, p. 1-4 i 73-74.

HUMBOLDT, A. (1863), «Los dos océanos», *Semanario Pupular*, vol. II, p. 161-162 i 169-170.

MONLAU, P. F. (1839), «Noticia sobre el Daguerrotipo», *El Museo de Familias*, vol. II, p. 465-471.

NOTICIAS literarias (1824), *El Europeo*, vol. II, n. 5, p. 160.

NECROLOGÍA de Alejandro Humboldt (1959), *Diario de Barcelona*, n. 136, p. 5364-5366.

PLANTAS (1836), *El Guardia Nacional*, any 2, n. 140.

SALVÀ, F. (1878), «Disertación sobre el galvanismo», *Memorias de la Real Academia de ciencias naturales y artes de Barcelona* (segona època), vol. I, p. 13-27.

SALVÀ, F. (1878), «Adición sobre la aplicación del galvanismo a la telegrafía», *Memorias de la Real Academia de ciencias naturales y artes de Barcelona* (segona època), vol. I, p. 41-55.

De las UNIVERSIDADES de la Alemania y de la enseñanza superior en diferentes partes de Europa (1841), *El Museo de Familias*, vol. V, p. 364.

VILA, M. (1974), «Els catalans en l'obra de Humboldt». A: *Tres premis als Jocs Florals*, Caracas, Terra Ferma, p. 63-89.

MOTLLOS I CORRONS PER ESTAMPAR. SEGLES XVIII-XIX

M. T. Canals Aromí

Paraules clau: *motllos, corrons, estampar.*

Block-printed and engraved cylinders. XVIII-XIX century

Summary: The prime importance of the block-printed and engraved cylinders still conserved must be underlined since they allow us to follow the development, along the centuries, of the different processes of printing cloth or/and wallpaper (either by a manual or technical system). Moreover, they are as well a reliable proof of the links between Technique and Art.

Key words: block-printed, engraved cylinders.

L'objectiu de presentar un pòster amb la temàtica dels motllos i corrons per estampar —i atesa la idoneïtat que ofereix la secció de recuperació d'instruments científics— és per destacar com és d'important la conservació d'aquestes peces per a l'estudi del desenvolupament dels processos d'impressió.

Seguint els criteris que s'estan desenvolupant sobre la conservació del patrimoni científic, tècnic i industrial, es van guardant en els magatzems d'alguns museus del país —*Museu de l'Estampació de Premià de Mar* i *Museu de les Arts Gràfiques de Barcelona*— una sèrie d'aquests utensilis, la principal característica dels quals és la seva elaboració artesanal.

L'afany de l'home per ornamentar i embellir diferents materials l'ha conduït a idear i elaborar (és a dir, a inventar) diferents artefactes i ginys que, juntament amb els colorants, han permès la impressió sobre roba o/i paper. L'ajuda de mètodes senzills —trepes de cartró retallat— va conduir a incorporar les planxes o motllos de fusta de boix (en algunes fins i tot s'hi poden veure petits fragments metàl·lics encastats), fetes a mà. N'hi ha de diferents models, mides i, fins i tot, qualitats, i en podem trobar de moltes classes: senzilles i rudimentàries fins a les que presenten dibuixos gravats al buit o en relleu, que poden arribar a assolir la categoria de peces artístiques.

El sistema de producció i reproducció de l'estampació ha anat evolucionant al llarg dels segles, i podríem dir que, fins a mitjan segle XIX, es basava en la pràctica manual del sistema discontinu de la utilització de les esmentades planxes o motllos de fusta, prèviamenticolorits, que s'anaven sobreposant damunt el material escollit. A mesura que la tècnica s'implantava —principalment la indústria tèxtil necessitava altres formes per obtenir una produc-

ció a gran escala—, els nous invents, basats en la teoria, aportaren els corròns i cilindres gravats —primer de fusta i després de metall— aptes per a les màquines, la qual cosa va significar el mètode continu.

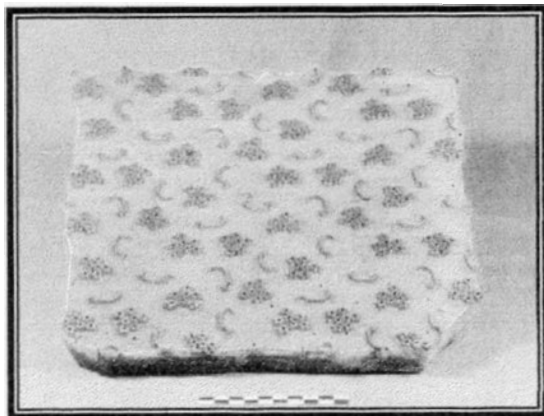
Tot i que assolir una impressió acurada requereix uns bons coneixements de l'ofici, així com cal disposar, també, dels atuells adients, sembla, però, que el sol fet que els motllos i corròns portin a terme una de les tasques intermediàries del llarg procés que ens ocupa no tingui la suficient importància per ser estudiats individualment. Així, resten gairebé oblidats. Cal tenir en compte, entre altres aspectes, la col·laboració dels dibuixants a l'hora de triar i dissenyar el model adequat. Després, les mans del gravador hauran de reproduir i transformar els blocs de fusta a les peces adequades (l'ofici de gravador era practicat a la Península des d'antic). Finalment l'expert estampador ha d'encaixar els motllos o els corròns al punt just per a la perfecta impressió.

Gràcies als coneixements específics, al domini dels atuells i als materials emprats, aquesta activitat sorgida a l'època preindustrial, que *l'homo faver* ha anat perfeccionant, forma part de les denominades tècniques artístiques que són el resultat de la fusió de la Indústria i de l'Art.

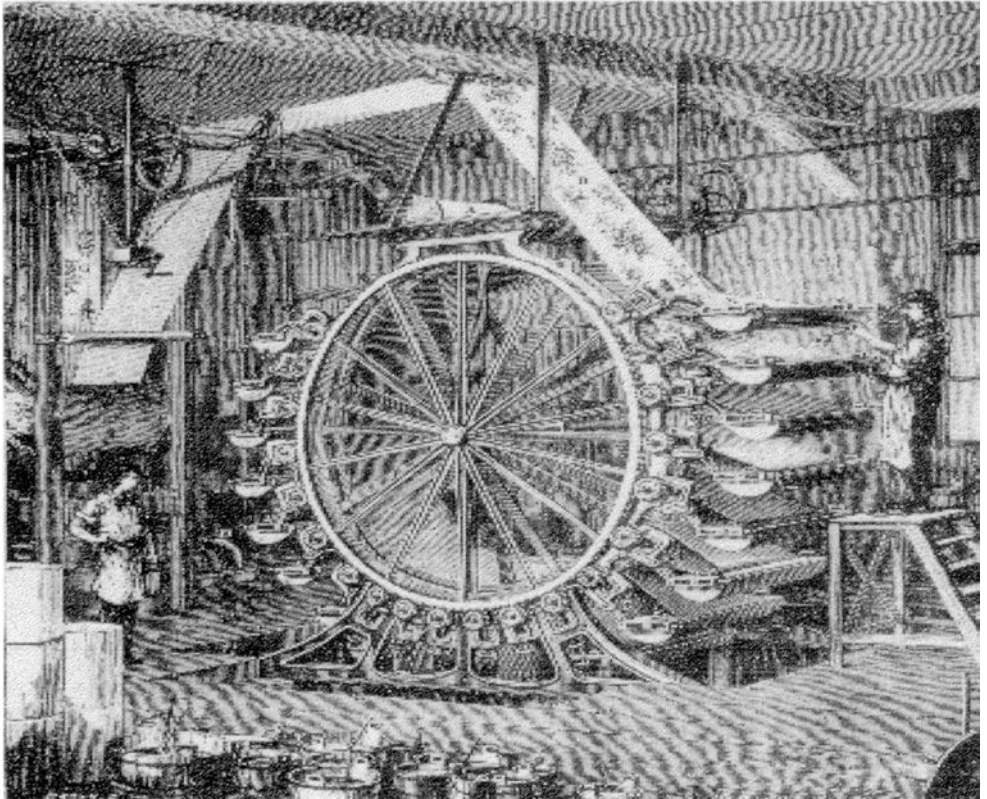
Bibliografia

AMADES, J. (1971), *El paper de Guardes*, Barcelona.

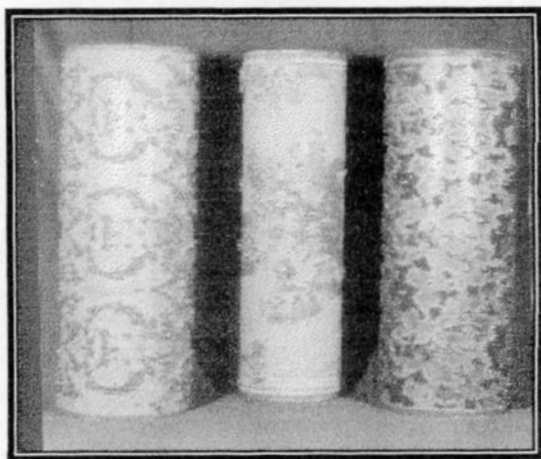
FIGUIER, L. (1876), *Merveilles de l'industrie ou descriptions des principales industries modernes*, París, Jouvett Editeurs.



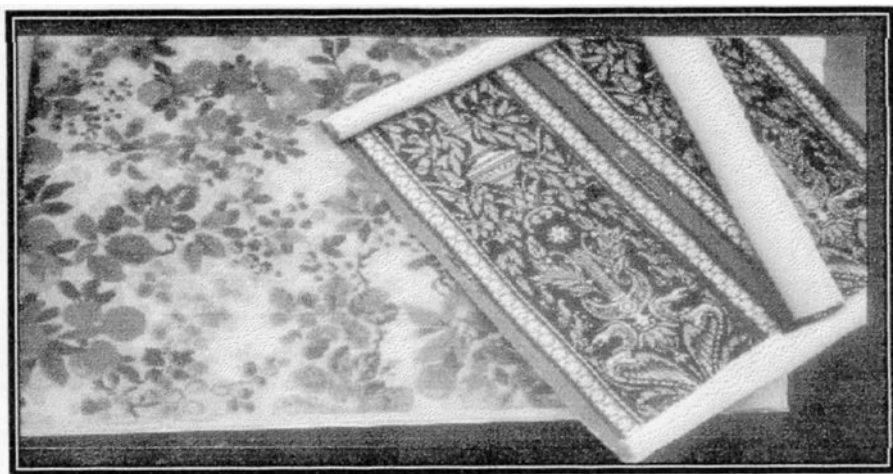
Motllo o planxa de fusta de boix, feta a tres capes contraposades. Segle XIX. Museu de l'Estampació de Premià de Mar.



Les recerques i els assaigs per aconseguir estampar amb gran nombre de colors van conduir a dissenyar màquines gegantines com la de la imatge, amb la que es pretenia imprimir en vint tonalitats diferents. Està composta de vint corrns –un per cada color– més els complements adients que mostra la figura.



Corrons de fusta gravats en relleu. Segle XX. Museu de l'Estampació de Premià de Mar.



Papers pintats amb el sistema manual discontinu, és a dir, per mitjà de motllos. Segle XX. Museu de les Arts Decoratives de Barcelona.

L'ESTACIÓ DE FITOPATOLOGIA AGRÍCOLA DE BURJASSOT: NOVES IDEES CIENTÍFIQUES PER A NOUS PROBLEMES AGRARIS AL PRIMER TERÇ DEL SEGLE XX¹

Jesús Ignasi Català Gorgues

Institut d'Història de la Ciència i Documentació. Universitat de València-CSIC.

Paraules clau: *ecologia, agronomia, entomologia, País Valencià, segle XX.*

The Station of Agricultural Phytopathology of Burjassot: new scientific ideas against new agricultural problems at first third of 20th century

Summary: *Biological control of country pests was an applied development closely related with the new ecological ideas during last decades of 19th century and first of 20th. At Spain, the first research centre that carried out an application of these techniques at field was the Station of Agricultural Phytopathology of Burjassot, nearby Valencia, during the third decade of 20th century. Its successful result justified a new basic research line on insect taxonomy and population studies.*

Key words: *ecology, agronomy, entomology, Valencian Country, 20th century.*

Els orígens de la lluita biològica contra les plagues del camp

La lluita biològica té com a fonamentació bàsica la idea que és possible exercir un control o una limitació de l'acció que desenvolupa un determinat ésser viu mitjançant un altre ésser viu, antagònic, en un cert grau, del primer. Habitualment, aquest principi és emprat per tal de rebaixar les conseqüències negatives que tenen determinades espècies en actuar sobre cicles productius d'interès econòmic. El cas més típic és el dels insectes que es constitueixen en flagell dels conreus agrícoles, i en trobem exemples ben antics a cultures clàssiques, com la xinesa. Malgrat açò, i malgrat l'aparent senzillesa del principi exposat, el ben cert és que, com a norma general, l'aplicació efectiva de la lluita biològica a les plagues del camp només està garantida si està bastida sobre les teories de la dinàmica poblacional, un dels aspectes fonamentals de la ciència de l'ecologia. Els historiadors d'aquesta disciplina, de fet, han enfatitzat l'estreta relació que hi ha entre certs desenvolupaments de primer moment de la naixent

1. Aquest treball ha estat possible gràcies a una beca doctoral concedida per la Fundación Caja Madrid.

ecologia, a les acaballes del segle XIX, i les transformacions en les explotacions agràries que es registren a l'Occident per la mateixa època. Les aplicacions a ampla escala de les teories del monocultiu intensiu feren minvar la capacitat de defensa de les agrocenosis² tradicionals. Alhora, la millora en els transports i l'extensió del comerç internacional dels productes del camp, ocasionà la introducció de plagues desconegudes als països de destinació, amb un potencial de destrucció enorme en no trobar-hi cap antagonista eficaç (Acot, 1990, p. 71). Aquesta situació obligà als entomòlegs a escometre experiències sistemàtiques de control biològic, les conseqüències de les quals anaren molt més enllà de les estrictament econòmiques, car dugueren a un desenvolupament teòric i metodològic dintre l'estudi de les interaccions entre éssers vius, que a la fi s'integrà al *corpus* general que sustentava la llavors naixent ciència de l'ecologia (Deléage, 1993, p. 121).

El primer cas d'aplicació sistemàtica de la lluita biològica per tal de combatre un insecte invasor fou el de la cotxinilla acanalada (*Icerya purchasi*). Aquest homòpter, de morfologia especialment adient per fer-lo pràcticament invulnerable als insecticides de contacte, i extremadament polifàgic, va envair els Estats Units cap al 1870, procedent d'unes plantes importades d'Austràlia a Califòrnia. Amb una rapidesa sorprenent, la cotxinilla s'estengué pels camps de tarongers californians, tot devastant-los (Gómez Clemente, 1929 b). Cap medi convencional per combatre la plaga es mostrava eficaç. La solució vingué quan una comissió oficial de l'administració agrària de Califòrnia cercà a Austràlia els enemics naturals de la cotxinilla. De fet, al seu territori d'origen la cotxinilla mai no era un problema seriós. El 1888, la comissió tornà amb exemplars de diferents espècies que l'atacaven, revelant-se com a més eficaç *Novius cardinalis*,³ espècie de marieta ben fàcil de criar en captivitat, i que en any i mig acabà per controlar el flagell (Acot, 1990, p. 70-71).

Les primeres experiències de lluita biològica a Espanya

Bé que amb cert retard, la lluita biològica fou tinguda en consideració pels naturalistes i els enginyers espanyols. Cartaña (1995) ha considerat que la introducció d'aquestes idees vingué per l'enginyer agrònom català Jaume Nonell i Comas (1876-1938), qui estava impulsant des de 1912 un programa experimental de lluita biològica al Laboratori de Terapèutica Agrícola del Museu de Patologia Vegetal. El procés, però, sembla més complex, car gairebé simultàniament, concretament des de 1910, al Museo de Ciencias Naturales de Madrid s'estava desenvolupant un programa d'investigació sobre entomologia aplicada, dirigit per Ricardo García Mercet (1860-1933), qui va dur endavant investigacions originals, centrades en l'estudi dels paràsits de diverses cotxinilles i pugons dels arbres fruiters (Junta, 1912). En qualsevol cas, ni aquests treballs, ni tampoc els de Nonell adés esmentats, no ultrapassaren el nivell de laboratori o, com a molt, de terreny d'experimentació.

La primera aplicació massiva i en camp obert de la lluita biològica a Espanya hagué

2. Cal entendre per agrocenosi —com a restricció del concepte més ampli de biocenosi— una comunitat de vida situada a una zona d'explotació agrària.

3. La seua denominació actual és *Rodolia cardinalis*.

d'esperar a la dècada dels anys vint. Tot començà quan, a les acaballes de l'estiu de 1922, arribà a Espanya la plaga de la cotxinilla acanalada, procedent de Portugal, país on havia arribat al seu torn molts anys enrere, entre el 1896 i el 1897 (García Mercet, 1922). El primer focus a territori espanyol es localitzà a Badajoz. La cotxinilla anava acompanyada per exemplars de *Novius cardinalis*, espècie introduïda també de feia temps a Portugal, per la qual cosa no semblava excessiu el perill (Real Sociedad, 1923). Quasi alhora, però, se'n localitzà un altre focus a València, aquest procedent de França. El risc era ara molt major, no només per la importància dels conreus de cítrics al País Valencià, sinó també perquè a França la plaga encara no estava controlada i, per tant, qualsevol focus procedent d'aquest altre país era potencialment molt més perillós. La reacció, en qualsevol cas, no trigà a fer-se efectiva. El primer especialista en alçar la veu fou l'enginyer Rafael Janini (1866-1948), aleshores director de l'Estació Enològica de Requena, qui, després de dirigir al mes de setembre una nota informativa a la Direcció General d'Agricultura, preparà amb rapidesa un fullet informatiu sobre la nova plaga, on es feia ressò de la tècnica de lluita amb *N. cardinalis* (Janini, 1922). Pel que fa a les disposicions legals, amb data 14 d'octubre el Ministeri de Foment publicava una Reial Ordre, en compliment de la qual la Direcció General d'Agricultura indicava a Jaume Nonell i a Ignasi Clarió, responsables de la Secció Agronòmica de Barcelona, el dia 20 d'octubre com a data inici dels treballs per tal d'introduir i aclimatar *Novius cardinalis*. La primera gestió mampresa pels enginyers catalans fou la sol·licitud de colònies de la marieta a diversos centres agronòmics de Portugal, Itàlia i l'Uruguai. El primer enviament fou el procedent de Lisboa. Les colònies en qüestió foren traslladades personalment per Nonell a la Granja Escola Pràctica d'Agricultura Regional de Burjassot, a les rodalies de València, on s'havia decidit de centralitzar el programa de cria en captivitat⁴ i on s'estaven muntant els insectaris adients (Clarió, Nonell, 1924).

La Granja tenia els seus orígens en la Granja Model de València, fundada el 1881 i traslladada a l'emplaçament de Burjassot el 1892. Concebuda per a la formació de capatassos i per a donar resposta a les qüestions que pogueren plantejar camperols i propietaris, la Granja experimentà successives reformes per tal d'ampliar la seua oferta de serveis. Sembla que el 1909 ja comptava amb unes instal·lacions per a fer treballs elementals de patologia vegetal (Calatayud, 1988). Potser aquest equipament s'emprara com a base per a iniciar la cria de *N. cardinalis*. En qualsevol cas, la responsabilitat efectiva, una volta Nonell i Clarió aconseguiren les primeres colònies i dirigiren els treballs de condicionament de les noves instal·lacions, passà al personal de la Granja, dirigit per l'enginyer Vázquez Ródenas (Clarió, Nonell, 1924). Les primeres larves de marieta obteses a Burjassot van nàixer a la primavera de 1923, en nombre encara insuficient com per a pensar en la seua introducció en camp obert. Es demanaren més colònies a l'estranger i, per fi, a l'estiu es decidí l'aplicació de l'enemic de la cotxinilla en algunes parcel·les de tarongers i als jardins públics. El mes d'agost es comprovà l'aclimatació de la marieta al territori valencià, en un hort de Corbera de la Ribera (Gómez Clemente, 1929 a). L'aplicació generalitzada, però, encara estava lluny. Calia, abans de tot, garantir la multiplicació massiva de *N. cardinalis*. En aquest procés, resultà determinant la fundació, el 1924, de l'Estació de Patologia Vegetal de València, pocs anys després rebatejada com a Estació de Fitopatologia Agrícola.

4. Les colònies italianes i uruguaianes, per la seua banda, foren remeses a Mallorca, per tal de combatre la plaga als camps de tarongers de Sóller (Clarió, Nonell, 1924).

El 20 de juny de 1924, un Decret-Llei, què reorganitzava els servies agropecuaris a l'Estat, ordenava la fundació de sengles estacions de patologia vegetal a Barcelona, Almeria i València (Ministerio, 1933). Aquesta darrera s'instal·là a Burjassot, aprofitant terrenys i edificis pertanyents fins aleshores a la Granja. Li va ser encomanada la seua direcció a un enginyer alacanti, Frederic Gómez Clemente (1888-1952), qui va ser capaç d'assentar a la nova Estació, aprofitant mitjans encara pobres i unes instal·lacions encara en curs de bastiment, un programa efectiu de criança que garantira la disponibilitat de colònies de *N. cardinalis* per al camp valencià. El 1925, es va fer la primera distribució massiva d'insectes, i ja a l'any següent la seua producció s'havia multiplicat per onze, la qual cosa va possibilitar el fet d'atendre comandes d'altres llocs de l'Estat (Trabajos, 1926). L'èxit estava garantit, i la cotxinilla deixà de ser un flagell preocupant al País Valencià. Gómez Clemente, però, volia anar més enllà.

La consolidació de l'Estació de Burjassot com a centre de recerca agronòmica i entomològica

L'abril de 1927, les noves instal·lacions de l'Estació eren inaugurades. Aquestes comprenien diversos laboratoris d'entomologia, criptogàmia i terapèutica vegetal, un insectari de criança, un museu de fitopatologia i una biblioteca especialitzada. Per aquesta època, l'Estació estava ampliant les seues línies de treball. En efecte, no només es continuava amb la multiplicació de *Novius cardinalis*, ans també s'iniciaren observacions sobre la presència de microlepidòpters als alfarsars valencians, i d'un coléoptes, la castanyeta (*Vesperus xatartii*), perjudicial per a diversos fruiters. La principal novetat, però, va ser l'inici d'un altre programa de multiplicació d'un insecte útil, en concret d'un altra marieta, *Cryptolaemus montrouzieri*, predadora del cotonet del taronger (*Pseudococcus citri*), un altre homòpter que causava fortes pèrdues en la producció cítricola valenciana. Amb una colònia procedent de França, arribada a l'agost de 1927, Gómez Clemente i els seus col·laboradors aconseguiren reproduir la marieta a Burjassot en març de 1928, després de solucionar tot un seguit de problemes relacionats amb el fred hivernal i l'alimentació. A l'agost del mateix any es va fer la primera amollada de marietes en uns tarongers de Gandia (Gómez Clemente, 1928). Gómez Clemente estava aconseguint tot açò sense a penes diners. Els bons resultats amb *Novius cardinalis*, en tot cas, li permeteren de presentar la nova iniciativa amb certes garanties. I així, el Consell Provincial de Foment subvencionà amb 6.000 pessetes els nous assajos. L'últim repte per assolir un nou triomf era superar l'hivern de 1928 a 1929 sense perdre les colònies de criança de Burjassot, tot pensant que la marieta era molt sensible a les temperatures baixes i que els laboratoris de l'Estació no tenien calefacció. Amb enginy, s'arribà a la primavera amb suficient nombre d'insectes. L'èxit estava garantit (Gómez Clemente, 1932).

Les conquestes fins ara descrites, tot i ser molt meritòries, no anaven més enllà de la reproducció i adaptació de mètodes desenvolupats a uns altres llocs. Gómez Clemente, però, volia desenvolupar línies originals; i per això va incorporar, amb càrrec a la subvenció esmentada, un entomòleg, Modest Quilis Pérez (1904-1938), jove especialista valencià que estava començant a publicar interessants treballs sobre taxonomia d'himenòpters. La línia mampresa per Quilis, amb el suport de Gómez Clemente —qui, per la seua banda, aconseguia cada volta més mitjans de recerca i treball per a l'Estació—, anava per la identificació de les

espècies valencianes d'afídids, un grup —considerat llavors una família— de microhimenòpters paràsits dels pugons, per a després estudiar els seus cicles vitals i la seua potencialitat com a agents per a la lluita biològica. El primer resultat important de les seues recerques —especialment meritòries si pensem que a Espanya a penes si s'havia fet cap estudi sobre afídids, sent mínima la seua presència en les col·leccions de referència—, va ser un llarg article monogràfic aparegut el 1931, on establia divuit noves espècies i dos nous gèneres dins la família d'insectes que estudiava (Quilis, 1931 a). Alhora, Quilis anava aportant en publicacions simultànies tot un seguit d'observacions sobre comportament i cicle biològic dels mateixos insectes (Quilis, 1931 b).

L'aplicació del coneixement biològic al control de plagues exigia, cada volta més, una comprensió acurada de les dinàmiques poblacionals que mostraven tant el flagell com l'agent emprat per combatre'l. A la mateixa Estació de Burjassot, el fracàs en la introducció d'insectes útils per a controlar la mosca de les fruites (*Ceratitis capitata*), en uns assajos mampresos per Gómez Clemente alhora que Quilis iniciava el seu treball, mostrava com de necessària era la rigorositat i com de limitats resultaven els enfocaments intuïtius. Quilis va ser molt conscient de tot açò, i començà a estudiar les noves aportacions a l'estudi de l'ecologia poblacional fonamentades en modelitzacions matemàtiques, com les desenvolupades pel matemàtic italià Vito Volterra, de qui Quilis va estar un primerenc divulgador a Espanya (Quilis, 1934). Fidel als nous enfocaments, Quilis presentà dues comunicacions al VI Congrés Internacional d'Entomologia, celebrat a Madrid el 1935. En elles, Quilis s'ocupava del càlcul de les faixes isocondicionals per a les poblacions d'insectes i la seua distribució al món (Quilis, 1940 a) i de la influència dels factors climàtics en la predicció de cicles biològics (Quilis, 1940 b). El notable bagatge matemàtic que mostraven aquests treballs i l'atreviment d'algunes propostes resulten sorprenents en el context dels estudis naturalistes a l'Espanya de l'època, i palesen fins a quin punt Quilis anava imposant-se en les noves tendències que animaven la jove ciència de l'ecologia, amb el seu èmfasi en els models poblacionals i les relacions interespecífiques. La mort, però, sorprengué Quilis en plena joventesa, tallant així la possibilitat que les seues propostes quallaren. Un malastre al qual s'afegiria la manca de recursos amb què hagué de treballar l'Estació de Burjassot després de la Guerra Civil, circumstància que abocà Gómez Clemente a haver de transitar per camins ja oberts per uns altres.

Bibliografia

- ACOT, P. (1990), *Historia de la ecología*, Madrid, Taurus.
- CALATAYUD GINER, S. (1988), *Las instituciones agronómicas en el desarrollo agrario: la Granja Experimental de Valencia*, València, memòria inèdita presentada a la I.V.E.I.
- CARTAÑÀ I PINÉN, J. (1995), «Jaume Nonell i Comes i la introducció de la lluita biològica». A: C. PUIG-PLA *et al.* (coords.), *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica als Països Catalans*, Barcelona, SCHCT, p. 121-126.
- CLARIÓ SOULAN, I. V.; NONELL COMAS, J. (1924), *La cochinilla australiana Icerya Purchasi (Mask) y el Novius cardinalis (Muls) en España*, Barcelona, R. Molero.
- DELÉAGE, J. P. (1993), *Historia de la ecología*, Barcelona, Icaria.
- GARCÍA MERCET, R. (1911), «Las plagas del naranjo en Valencia». A: Asociación Española

para el Progreso de las Ciencias, *Congreso de Valencia*, Madrid, Eduardo Arias, V, p. 115-131.

GARCÍA MERCET, R. (1922), «Nota sobre la *Icerya purchasi* en España (Hem. Cócidos)», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 22, p. 136-141.

GÓMEZ CLEMENTE, F. (1928), «Aclimatación en España del *Cryptolaemus montrouzieri* Muls., para combatir el cotonet del naranjo», *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, 3, p. 106-123.

GÓMEZ CLEMENTE, F. (1929 a), *Trabajos de propagación del Novius cardinalis, parásito de la Icerya purchasi (Cochinilla acanalada), durante los años 1925 a 1929*, València, s. d.

GÓMEZ CLEMENTE, F. (1929 b), *La lucha natural: Estudio acerca de la Icerya Purchasi Maskell, y de su parásito el Novius cardinalis Muls.*, València, Hijo de F. Vives Mora.

GÓMEZ CLEMENTE, F. (1932), *El Cryptolaemus montrouzieri Muls., parásito del Pseudococcus citri Risso, (cotonet o algodón del naranjo). 2a edición*, València, Hijo de F. Vives Mora.

JANINI JANINI, R. (1922), *Defensa contra nuevas plagas del campo*, València, s. d.

JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (1912), *Memoria correspondiente á los años 1910 y 1911*, Madrid, Tipografía de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos.

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (1923), «Sesión de 10 de enero de 1923», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 23, p. 11-16.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1933), *Plagas del campo. Memoria del Servicio Fitopatológico Agrícola. Año 1932*, Madrid, Tipografía Artística.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1935), *Plagas del campo. Memoria del Servicio Fitopatológico Agrícola. Año 1934*, Madrid, Tipografía Artística.

QUILIS PÉREZ, M. (1931 a), «Especies nuevas de *Aphidiidae* españoles (Hym. Brac.)», *Eos*, 7, p. 25-84.

QUILIS PÉREZ, M. (1931 b), «Los parásitos de los pulgones. Notas biológicas sobre los *Aphidiidae* españoles», *Anales del Instituto Nacional de 2a Enseñanza de Valencia (Trabajos del Laboratorio de Historia Natural*, 20), 36 p.

QUILIS PÉREZ, M. (1934), «La Entomología aplicada, en la actualidad», *Las Ciencias*, 1.

QUILIS PÉREZ, M. (1940 a), «Cálculo de las fajas isocondicionales y de las líneas del máximo desarrollo para los insectos». A: *VI Congreso Internacional de Entomología. Madrid, 6-12 septiembre de 1935*, Madrid, Laboratorio de Entomología del Museo Nacional de Ciencias Naturales, II, p. 447-454.

QUILIS PÉREZ, M. (1940 b), «Influencia de los factores climáticos en el cálculo de los ciclos biológicos de los insectos». A: *VI Congreso Internacional de Entomología. Madrid, 6-12 septiembre de 1935*, Madrid, Laboratorio de Entomología del Museo Nacional de Ciencias Naturales, II, p. 621-633.

TRABAJOS (1926), «Trabajos de las Estaciones de Patología Vegetal. Estación de Patología Vegetal de Valencia», *Boletín de la Estación de Patología Vegetal*, 1, p. 24 i 112-113.

PREDICCIÓN Y OBSERVACIÓN DE ECLIPSES EN CATALUÑA A FINALES DE LA EDAD MEDIA

José Chabás

Universitat Pompeu Fabra. Barcelona.

Palabras clave: *astronomía, Edad Media, eclipses.*

Eclipse Prediction and Observation in Late Medieval Catalonia

Summary: *MS Poblet 150 contains a list of 54 predicted eclipses for 1476-1522. This paper addresses the problem of the tradition on which these predictions rest.*

Key words: *astronomy, Middle Age, eclipses.*

En uno de los manuscritos astronómicos conservados en la Biblioteca del Monasterio de El Escorial (ms. ç-IV-11) se encuentra una nota relativa a un eclipse total de Sol ocurrido en julio de 1478:

En veinte e nueve dias de jullio año del señor de mil e quatrocientos e setenta e ocho años fizo el sol eclipsi e duró desde las doze del medio dia fasta la una e quart despues dela una desde enpeçó a escurecer el sol fasta que enteramente dio su claridat en tal manera que al tiempo que el sol escureció de todo se parecieran gran parte delas estrellas (f. 113).

Este acontecimiento debió de producir una fuerte impresión, y así lo atestiguan otros documentos de la misma época. Entre los manuscritos catalanes de la Biblioteca de El Escorial hay uno (ms. d-III-2) en el que se da noticia de dos eclipses de Sol, que el autor del texto afirma haber visto. Las notas se refieren a los eclipses del 7 de agosto de 1448 y del 29 de julio de 1478, el mismo eclipse que en el manuscrito mencionado anteriormente. Los párrafos relativos a los eclipses se encuentran en los folios 115v y 116r, respectivamente:

Primerament .7. de agost en lany m.cccc.xxxviii fonch eclipsi de sol del qual sescorí mes dela mitat o prop en aquel temps se feu ligua del turch ab genovesos de hon se seguexe que a pocs dies que hun genoves bene al traydor del turch gostantinoble que no pasaren .v. o .vi. anys del aclipsi principia fer guerra ala cristiandat.

A xxviii de juliol en lany m.cccc.lxxviii fonch un eclipsi de sol tant gran que de quatre parts del sol sescoriren les tres e mes fonch lo mon escur que clar [ta-

chado] no es la prima nit tan que no avia qui conegues un diner de quina moneda era en lo qual any foren morts per tot lo mon señals[?].

A ese mismo eclipse total de Sol de 1478 hace referencia el astrónomo más destacado de la Península Ibérica durante el siglo XV, el salmantino Abraham Zacut. En su obra *Sefer Yuhasin (Libro de las Genealogías)*, escrito en hebreo, se puede leer: «En el año 5238, el miércoles 29 Av [= 29 Julio de 1478] a mediodía en España, hubo un eclipse solar distinto a todo lo que se había visto, pues [el cielo se oscureció] como si fuese medianoche».

Se podrían añadir más ejemplos, también correspondientes a la segunda mitad del siglo XV, pero en ninguno de los casos se puede hablar de una verdadera observación astronómica. Una cosa es ver, otra muy distinta observar. Para ver un eclipse o, en general, un fenómeno astronómico y dejar constancia de ello no se requiere ninguna formación especial, sino simple curiosidad. En cambio, una observación supone unos conocimientos astronómicos y va acompañada de un registro más o menos detallado de las circunstancias y las características del fenómeno observado.

En los manuscritos medievales no es raro encontrar noticias de acontecimientos astronómicos tales como eclipses, cometas, etc., entendidos como curiosidades de la naturaleza. En cambio, la lista de textos en los que se detallan observaciones de eclipses no es muy larga. En ella habría que incluir los siguientes registros:

- 4 eclipses observados en la segunda mitad del siglo XIII, en Toledo, por Isaac Ibn Sid, uno de los astrónomos del rey Alfonso X.
- 2 eclipses de Sol (1333 y 1337) observados por Jean de Murs en París (Beaujouan, 1975).
- varias observaciones realizadas en el sur de Francia por Levi ben Gerson en la primera mitad del siglo XIV (Goldstein, 1985).
- una observación del eclipse del 16 de marzo de 1485 debida a Zacut (Carvalho 1927, p. 40).
- también en el siglo XV, las observaciones de carácter profesional realizadas por Regiomontano (9 eclipses entre 1457 y 1471) y las de su amigo y colaborador Walther (6 eclipses observados entre 1478 y 1504) (Steele y Stephenson, 1985).

Además de las noticias esporádicas y de los registros detallados, profesionales, de eclipses, en los manuscritos astronómicos de la época se encuentra otro tipo de documento relacionado con los eclipses, más concretamente con el cálculo de eclipses. Se trata de listas de predicciones de eclipses, calculadas a partir de tablas astronómicas. Normalmente, dichas predicciones se presentan en forma de listados en los que se especifican, por lo menos, la fecha del eclipse (día, mes y año), el instante del medio del eclipse y la magnitud de éste. A veces se añaden otros datos, como la semiduración del eclipse, o la posición del Sol y la Luna en el instante del medio eclipse, entre otros.

El manuscrito 150 del Monasterio de Poblet está escrito en catalán y contiene una lista de predicciones de eclipses obtenidas mediante el cálculo.¹ En este caso concreto, los da-

1. Para este trabajo he utilizado una transcripción que me suministró el P. Joan Casanovas (Obser. Vaticana).

tos no se presentan en forma de una tabla sino de una sucesión de frases, una para cada uno de los 54 eclipses reseñados. Las correspondientes a los dos primeros eclipses son las siguientes (f. 7r):

«[Eclipsis] de Luna e de Sol l'any MCCCCLXXXV
 Sol a XXIII de febrer a XVIII hores e hun menut, a X dits e a XI signes e XV
 graus e XXVI menuts.

	Fecha	Tiempo	Mag.	Posición
1476*	24 Feb.	18; 1	10	11s 15;26
1478	29 Jul.	1;18	10	4s 14;26
1479	12 Dic.	22;45	7	9s 0;21
1481	28 May.	4;55	5	2s 15;55
1481	12 Nov. ¹	23;40	2	8s 8;24
1485	15 Mar. ²	2;45	10	9s 5;33
1486	5 Mar.	18; 9	8	11s 24;56
1487	20 Jul.	1;32	3	4s 5;38
1488	8 Jul.	18;57	2	3s 25;44
1489	26 Dic. ³	18;57	6	8s 10; 1
1490	18 May. ⁴	9;47	-	-
1491	7 May. ⁵	1;48	6	1s 26;22
1492	21 Oct. ⁶	23;12	3	7s 7;14
1493	10 Oct.	1;32	10	6s 26; 1
1494	7 Mar.	2;24	1	11s 26;21
1502	30 Sep.	20;20	8	5s 24;53
1503	29 Sep. ⁷	21; 3	1	6s 5;28
1506*	23 Ene.	18	-	-
1506	20 Jul.	2;24	3	4s 6; 4
1507*	22 Ene. ⁸	19;24	-	10s 2;26
1513	7 Mar.	0;15	4	11s 26;40
1516	23 Dic.	1;47	2	9s 11;47
1519	23 Oct.	3; 2	5	7s 8;51
1520	9 Oct. ⁹	4; 3	4	6s 27;35

* En el original figura el año anterior

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. En lugar de 21 Nov. | 6. En lugar de 20 Oct. |
| 2. En lugar de 16 Mar. | 7. En lugar de 19 Sep. |
| 3. En lugar de 21 Dic. | 8. En lugar de 12 Ene. |
| 4. En lugar de 19 May. | 9. En lugar de 11 Oct. |
| 5. En lugar de 8 May. | |

Cuadro 1. Ms. Poblet 150: eclipses de Sol

no), así como un artículo con una transcripción del texto, publicada por el P. Josep Torné (1998), que me proporcionó Antoni Roca. Quiero expresar aquí mi agradecimiento a ambos.

Any MCCCCLXXVI

Luna a X de març a VI hores e 4 menuts, a XI signes, XXVIII^o graus e LIII menuts de latitut. (...)»

Los datos relativos a los eclipses figuran en los cuadros 1 y 2 (fecha, instante del medio del eclipse, magnitud, posición y/o latitud de las luminarias).

	Fecha	Tiempo	Posición	Lat.
1476	10 Mar.	6; 4	11s 29;53	0;18
1478*	18 Ene.	5;12	10s 8;	0;27
1478	14 Jul.	14;18	4s 6;38	0;29
1479	3 Jul.	15;35	3s 20;1	0;27
1479	28 Dic.	12; 9	9s 16;9	0;20
1483	22 Abr.	10;28	1s 11;15	0;23
1483	15 Oct.	12;44	7s 9;58	0;26
1485	25 Ago.	10;36	5s 11;9	0;36
1486*	18 Feb.	4;54	11s 9;25	0;13
1487*	7 Feb.	15; 7	10s 28;32	0; 7
1488	18 Dic.	9;56	9s 6;44	0;22
1489	7 Dic.	16;43	8s 25;33	0;53
1490	2 Jun.	10; 7	2s 20;44	0;26
1490	26 Nov.	17;17	8s 14;4	0; 9
1493	30 Mar. ¹	13;42	9s 21;38	0; 6
1494	21 Mar.	14; 8	9s 10;40	0;53
1496*	29 Ene.	13;53	10s 18;19	0;18
1497*	18 Ene.	6;20	10s 8;26	0;23
1500	5 Nov.	12;51	7s 23;3	0;27
1503	9 Mar.	9;14	9s 1;27	0;23
1504	1 Mar. ²	12;56	11s 20;23	0;54
1505	14 Ago.	7;52	5s 0;33	0;15
1509	2 Jun.	11;13	2s 21;10	0;22
1511	6 Oct.	11;15	6s 22;7	0;38
1515*	29 Ene.	14;47	10s 19;36	0;16
1516	13 Jul.	11; 1	4s 0;26	0;10
1518	24 May.	11;22	2s 12;3	0;16
1519	16 Nov. ³	5;28	7s 24;8	0
1520	3 May. ⁴	7;36	1s 21;49	0; 7
1522	5 Dic. ⁵	11;49	5s 21;54	0;23

* En el original figura el año anterior

1. En lugar de 1 Abr. 4. En lugar de 2 May.

2. En lugar de 29 Feb. 5. En lugar de 5 Sep.

3. En lugar de 6 Nov.

Hemos recalculado los datos correspondientes a los instantes de los eclipses dados en el manuscrito de Poblet, utilizando para ello las tablas de Jacob ben David Bonjorn (Chabás, 1992). Dichas tablas, calculadas para la latitud de Perpinyà, contienen una lista de sicigias verdaderas basada en un ciclo de 31 años, a partir del año 1361, y disponen de un mecanismo para determinar los instantes de las lunas nuevas y las lunas llenas en ciclos distintos al ciclo básico (1361-1391). La tablas de Bonjorn se basan a su vez en las del astrónomo provenzal Levi ben Gerson (m. 1344).

El acuerdo entre los datos del texto y los calculados es excelente y no deja lugar a dudas de que aquéllos fueron calculados a partir de las tablas de Bonjorn. En este sentido, el manuscrito de Poblet viene a agregarse a una lista de textos astronómicos que contienen datos sobre sicigias verdaderas y eclipses: el *Lunari* de Bernat de Granollachs (Chabás y Roca, 1985, 1998) y el *Hibbur ha-gadol (Compilación Magna)* de Abraham Zacut (Chabás y Goldstein, 1998). En los cuadros 3 y 4 se comparan los instantes de los eclipses de Sol y de Luna de estos tres textos con los instantes que resultan del cálculo utilizando las tablas de Bonjorn.

Como puede verse, ni en el manuscrito de Poblet ni en el *Lunari* de Granollachs se hicieron correcciones por el hecho de que las longitudes de Poblet y Barcelona no coinciden con la de Perpinyà, ciudad para la que fueron calculadas las tablas de Bonjorn. Zacut, en cambio, sí realizó una corrección que tuviera en cuenta la diferencia de longitud entre Salamanca, su ciudad, y Perpinyà: añadió 0;27h al tiempo obtenido por cálculo.

	Fecha	Número Oppolzer	Cálculo	Poblet	Grano- llachs	Zacut
1476	24 Feb.	6378	18; 1	18; 1		
1478	29 Jul.	6383	1;18	1;18		0;51
1479	12 Dic.	6387	22;45	22;45		22;28
1481	28 May.	6390	4;55	4;55		4;28
1481	20 Nov.	6391	23;40	23;40		-
1485	16 Mar.	6398	2;46	2;46	2;46	2;20
1486	5 Mar.	6400	18; 9	17;59	18; 0	-
1487	20 Jul.	6403	1;32	1;32	1;30	1;20
1488	8 Jul.	6405	18;57	18;57	18;57	-
1489	21 Dic.	6408	18;57	18;57	18;57	-
1490	19 May.	6409	0;47	9;47	0;46	-
1491	8 May.	6412	1;47	1;48	1;47	1;21
1492	20 Oct.	6415	23;11	23;12	23;11	22;47
1493	10 Oct.	6417	1;32	1;32	1;30	1; 5
1494	7 Mar.	6418	2;24	2;24	2;24	-
1502	30 Sep.	6438	20;20	20;20	20;20	19;53
1503	19 Sep.	6440	21; 2	21; 3	21; 1	-
1506	23 Ene.	6445	17;57	18	18; 1	-
1506	20 Jul.	6446	2;24	2;24	2;23	1;55
1507	12 Ene.	6447	19;24	19;24	19;22	-
1513	7 Mar.	6462	0;15	0;15	0;26	23;49
1516	23 Dic.	6471	1;47	1;47	1;46	-
1519	23 Oct.	6478	3; 2	3; 2	3; 2	-
1520	11 Oct.	6480	3;49	4; 3	3;45	-

Cuadro 3. Comparaciones: eclipses de Sol (tiempos)

Fecha	Número Oppolzer	Cálculo	Poblet	Grano- llachs	Zacut
1476	10 Mar.	4148	6;51	6; 4	6;20
1478	18 Ene.	4150	5;12	5;12	-
1478	14 Jul.	4151	14;19	14;18	13;50
1479	3 Jul.	4153	15;35	15;35	15; 0
1479	28 Dic.	4154	12; 9	12; 9	11;40
1483	22 Abr.	4158	10;28	10;28	10; 0
1483	15 Oct.	4159	12;44	12;44	12;17
1485	25 Ago.	4161	10;36	10;36	10;36
1486	18 Feb.	4162	4;54	4;54	4;54
1487	7 Feb.	4164	15; 7	15; 7	15; 6
1488	18 Dic.	--	9;56	9;56	9;56
1489	7 Dic.	4168	16;43	16;43	16;42
1490	2 Jun.	4169	10; 7	10; 7	10; 7
1490	26 Nov.	4170	17;17	17;17	17;17
1493	1 Abr.	4173	13;39	13;42	13;42
1494	21 Mar.	4175	14; 8	14; 8	14; 7
1496	29 Ene.	4177	13;53	13;53	13;52
1497	18 Ene.	4178	6;20	6; 0	6; 0
1500	5 Nov.	4183	12;50	12;51	12;50
1503	9 Mar.	--	9;14	9;14	9;14
1504	29 Feb.	4187	12;56	12;56	12;56
1505	14 Ago.	4190	7;51	7;52	7;52
1509	2 Jun.	4196	11;13	11;13	11;12
1511	6 Oct.	4199	11;15	11;15	11;14
1515	29 Ene.	4205	14;47	14;47	14;46
1516	13 Jul.	4208	11;16	11; 1	11;15
1518	24 May.	4209	11;22	11;22	11;23
1519	6 Nov.	4212	5;28	5;28	5;28
1520	2 May.	4213	7;35	7;36	7;32
1522	5 Sep.	4216	11;49	11;49	11;50

Cuadro 4. Comparaciones: eclipses de Luna (tiempos)

De la comparación de los instantes de las sicigias medias en los tres textos, parece desprenderse que los cálculos de cada una de estas obras son independientes entre sí.

También puede afirmarse que los datos del manuscrito de Poblet están bien calculados: de los 54 instantes tabulados, 38 coinciden con los calculados y otros 8 difieren en sólo 1 minuto de tiempo (es decir, el 85 % de los datos coinciden, con una aproximación del minuto). En el caso del *Lunari* de Granollachs, las coincidencias, con una aproximación del minuto, representan el 79 %.

En cuanto a las posiciones de las luminarias y las demás características de los eclipses, las comparaciones entre los valores tabulados y los calculados dan resultados análogos a los que se obtienen para los instantes del medio del eclipse.

En definitiva, en lo relativo a las listas de predicciones de eclipses, puede decirse

que en la Península Ibérica se desarrolló una tradición propia que arranca de las tablas de Jacob ben David Bonjorn y, en última instancia, se basa en las de Levi ben Gerson. Las tablas de estos astrónomos judíos de Cataluña y el sur de Francia utilizan modelos ptolemaicos, pero nada tienen que ver con las tablas alfonsíes. Esta tradición no se circunscribe únicamente a listas de predicciones de eclipses, sino que puede hacerse extensiva a todo lo referente al movimiento de la Luna. Es una tradición característica de la astronomía de la Península Ibérica, que coexistió con la que era mayoritaria en el resto de Europa: la tradición alfonsí que, aun habiéndose originado también en España, se difundió principalmente a través de astrónomos de allende los Pirineos.

Bibliografía

- BEAUJOUAN, G. (1975), «Observations et calculs astronomiques de Jean de Murs (1321-1344)», *Proceedings of the XIVth International Congress of the History of Science (Tokyo & Kyoto 1974)*, 2, p. 27-30; también en G. BEAUJOUAN, *Par raison des nombres: L'art du calcul et les savoirs scientifiques médiévaux*, VII (Aldershot, 1991).
- CARVALHO, J. de (1927), «Dos inéditos de Abraham Zacuto», *Revista de Estudos Hebraicos*, 1, p. 7-54.
- CHABÁS, J. (1992), con la colaboración de A. Roca y X. Rodríguez, *L'astronomia de Jacob ben David Bonjorn*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.
- CHABÁS, J.; GOLDSTEIN, B. R. (1998), «Some Astronomical Tables of Abraham Zacut Preserved in Segovia», *Physis*, 35, p. 1-10.
- CHABÁS, J.; ROCA, A. (1985), *El 'Lunari' de Bernat de Granollachs*. Barcelona, Fundació Salvador Vives i Casajuana.
- CHABÁS, J.; ROCA, A. (1998), «Early printing of Astronomy: The *Lunari* of Bernat de Granollachs», *Centaurus*, 40, p. 124-134.
- GOLDSTEIN, B. R. (1985), *The Astronomy of Levi ben Gerson (1288-1344)*. Nueva York-Berlín, Springer Verlag.
- STEELE, J. M.; STEPHENSON, F. R. (1998), «Eclipse observations made by Regiomontanus and Walther», *Journal for the History of Astronomy*, 29, p. 332-333.
- TORNÉ, J. 1998. «Un quadern medieval de notes d'astrologia al Monestir de Poblet». A: E.-A. Soler Álvarez (ed.), *Recull Pau Delclòs i Dols (1865-1942)*, p. 67-82. Tarragona, Estació de Recerca Bibliogràfica i Documental 'Margalló del Balcó'.

EL MATÓ AL LLUÇANÈS ALS INICIS DEL SEGLE XX: JUSTIFICACIONS TECNOLÒGIQUES DE LA SEVA ELABORACIÓ

Ramon Clotet; Josep Mestres; Dolors Ponsati

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona-UPC; Bibliotecària (recerca bibliogràfica).

Paraules clau: *mató, formatge de xerigot, Lluçanès, tecnologies tradicionals.*

The Traditional whey cheese (mató) at Lluçanès at the beginning of the Twenty Century: Technological Approach.

*Summary: Whey cheese elaboration is described in Catalonia from the XVth Century until today. A region, Lluçanès, was chosen, situated on the centre of the old transhumance of sheep herds, to carry out an in depth study and field work. Whey cheese was obtained from the whey of milks taken from cheeses curdled with *Cynara cardunculus* L. and the whey precipitated by controlled boiling. The product is hygienically safe and different in composition to the cheese corresponding to its whey. Social changes (from 1910-20) has motivated the abandonment of this traditional systemt.*

Key words: *mató, whey cheese, Lluçanès, traditional technologies.*

Antecedents ramaders

El Lluçanès és una comarca natural situada al Prepirineu, que avui, administrativament, forma part majoritàriament d'Osona. El Lluçanès i la ramaderia han estat sempre relacionats, tant avui com a èpoques passades. Les activitats ramaderes han estat una important constant històrica (Cortes, Serra, 1996).

Al considerar històricament la ramaderia a Catalunya no es pot oblidar la transhumància. El Lluçanès està en els camins directes de connexió entre el Pirineu oriental català i la plana de Vic, i també té connexions amb el Pirineu occidental. Els camins de transhumància al Lluçanès (carrerades) destaquen (Casassas, 1975) pel seu nombre en proporció a la superfície del territori (400 km²). Molts camins vol dir molt flux de bestiar, i també intercanvi de coneixements humans en èpoques de poca mobilitat. La ramaderia ha modelat molts aspectes d'aquest altiplà. Algunes vies de comunicació, els topònims, la forma allargada de molts nuclis de població, que es situaven al llarg de la carrerada, la celebració de certes fires, etc., tenen relació amb la ramaderia. La Fira de l'Hostal del Vilar, a l'esplanada on es creuaven diverses carrerades, era la Fira més important de la Catalunya Vella (Cortes, Serra, 1966).

En conseqüència, el folklore tradicional lluçanenc està impregnat de simbolismes i intencionalitat ramadera, tal com es descriu àmpliament en el *Costumari Català* (Amades, 1982).

Avui l'activitat transhumant ha desaparegut pràcticament del Lluçanès. L'inici d'aquesta davallada comença entre mitjans del segle XIX i principis del XX amb l'establució. Això no vol dir que la ramaderia hagi deixat d'ésser important al Lluçanès, sinó que hi ha hagut una adaptació als nous sistemes.

En l'entorn descrit, de cruïlla ramadera, és interessant conèixer quina era la cultura tecnològica d'aprofitament màxim dels recursos ramaders. En el cas de la llet, era l'elaboració de formatges i la recuperació del xerigot en forma d'un segon producte per a l'alimentació humana, conegut inequívocament a la comarca com *mató*.

El mató: identitat i evolució en la memòria del concepte tècnic

L'estudi antropològic de camp s'ha realitzat a vuit cases de pagès del Lluçanès, situades a 4 municipis i a l'eix central de les carrerades de la comarca, on l'entrecruament de camins era màxim:

Olost:	Comalrena El Sallent Gabarresa Les Cases
Perafita:	Payàs
Prats:	El Solé Plagibern
Torre d'Oristà:	Tornamira

En tots els casos, les entrevistes es varen fer en el bienni 1970-72, i totes les persones entrevistades eren més grans de 60 anys.

La dona era sempre la responsable de l'elaboració de formatge i mató. Totes tenien clara la diferència conceptual entre les dues expressions. Fins i tot avui es recorda que, en la comptabilitat que portaven, el balanç final era: «de tants litres de llet n'han sortit tants formatges i tants matons», un altre fet és que només es feia mató quan es feia formatge. Altres trets comuns són que tota la informació recollida procedeix de records que cal situar entre el 1920 i el 1940. En el moment de les entrevistes, en cap dels llocs s'elaborava formatge (i, per tant tampoc mató), entre altres causes per la forta disminució de la cabanya ovina i cabruna i per l'augment de la cabanya bovina a fi de subministrar llet a les centrals lleteres (Casassas, 1975); cal esmentar també com a motiu l'inici de forts canvis socials en el món rural. Un altra fet a remarcar és que el tema de mató era l'inequívoc nom amb què aquest tipus específic de producte era conegut al Lluçanès i a la plana de Vic, on es portava com a producte al mercat.

La descripció del procés d'elaboració també va ser substancialment comuna si s'eliminen imprecisions en els detalls sobre temps, temperatures i quantitats (valors que s'han intentat quantificar per relacions indirectes).

Totes les persones entrevistades van estar d'acord amb què el producte elaborat per elles en la seva maduresa era diferent del de les seves mares. Fins a una dècada que s'estima

entre 1910-1920, el mató era exclusivament un producte de xerigot extret bàsicament de llet d'ovella. Els canvis en la cabanya i en l'economia, i els canvis socials, van anar provocant canvis en la tecnologia i en l'identitat del producte, sense canviar-ne el nom. Pel que havien vist de joves, l'elaboració realitzada per les mares de les entrevistades es pot descriure de la següent forma (fig. 1):

Etapa prèvia (formatge):

- Llets crues.
- Quallat amb herbacol (*Cynara cardunculus L.*), salat, emmotllat i premsat en recipients de terrissa (formatges), separant-ne el xerigot

Etapa mató:

El xerigot recollit en un recipient anomenat perol, s'escalfava lentament amb el foc just, a punt de bullir, separant amb una escumadora els flocs que s'anaven formant. Si es concentrava massa, o per evitar-ne l'ebullició, s'hi afegia, controladament, una mica d'aigua amb un porró. Només en una casa de pagès recordaven afegir-hi una mica de sal en aquesta etapa. Si el rendiment del xerigot es preveia baix, també s'hi afegia una mica (aprox. 10 %-20 %) de llet crua. També s'explica que algunes vegades, pel mateix motiu, s'hi addicionava suc de llimona o vinagre a fi d'incrementar la precipitació. En tot cas, eren tècniques ocasionals per corregir unes condicions no habituals.

Els flocs recollits, aproximadament de la mida d'un ou de gallina, es repartien sobre uns draps quadrats de cotó o de cànem (aquest darrer filtrava millor) d'uns 25-30 cm de llargada. El drap es recollia per les quatre puntes i es lligava sense premsar.

Aquest manyoc es penjava, dins d'un cistell especial (fig.2), per escórrer, transportar i posar a la venda al mercat el producte final. Respecte a l'estructura del cistell, s'havia arribat a un perfecte disseny higiènic. Els matons penjaven individualment, sense que hi hagués pressió entre ells; per altra banda el xerigot si anava escorrent, cosa que, a part de contribuir a la perfecció sensorial del producte final, feia que aquest no s'acumulés, retardant així alteracions microbianes. El xerigot s'escorria a través del fons de vímet del cistell, i queia a terra; o també, com en el cistell de la figura, existia un receptacle de llauna que recollia el xerigot escorregut, que es drenava mitjançant un forat lateral proveït de tap. És important ressaltar que, d'aquesta manera, el procés d'escorreguda i el transport es simultanejaven, amb el que si estalviava un temps fonamental en un producte de ràpida alteració en una època sense equips de refrigeració.

El mató era un producte de consum immediat (2-4 dies segons l'estació). Si la producció era petita, es consumia a la mateixa masia. Si es disposava d'excedents, l'operació es feia el divendres per portar els matons als mercats (a Vic el dissabte o a Prats el diumenge).

Quines característiques tècniques d'identitat i d'adaptació tenien aquest procés i aquest producte a la llum dels coneixements d'avui?

Es poden resumir en les següents:

- Llet inicial sense bullir (o barreja) d'alt contingut en sòlids (només es podia aconseguir amb majoria de llet d'ovella (18 % sòlids), amb addicions ocasionals i minoritàries de cabra i/o de vaca (12 % sòlids) que, un cop fet el formatge, dona un xerigot que conté lactoalbúmines i lactoglobulines.
- Ús de l'herbacol com a primer agent quallant (enzimàtic). Les propietats específiques de l'herbacol, en comparació amb altres agents, han estat àmpliament estudiades per Vieira de Sa i Barbosa (1972).
- Segona coagulació (tèrmica) sobre el xerigot.

El fet que la primera precipitació fos exclusivament enzimàtica i la segona tèrmica, unit a la diferent composició de llet i xerigot, feia que el mató, segons l'elaboració tradicional descrita, fos diferent en composició respecte al formatge fresc. En la Taula I es visualitzen les diferències de composició previstes entre un formatge tendre i un mató (formatge de xerigot), elaborat segons el sistema descrit. Aquestes diferències donen un perfil nutricional diferent i, probablement, fins i tot funcionalment distint (Kim, Chan, 1998). En l'aspecte de seguretat cal remarcar que, degut a l'etapa d'alta temperatura i llarg temps, el producte sortia pràcticament estèril. Abans de l'obligació tècnica de pasteurització de la llet, es necessitava el curat dels formatges per obtenir la seva seguretat. El mató, pel seu procés i el seu sistema de transport i venda, permetia el consum immediat d'un producte fresc sense cap mena de risc.

Aquest procés i producte descrit, és el que es recordava com la manera d'operar antiga, i es corresponen, entre altres, a les definicions de Coromines (1980-1991) i Alcover (1978-79), en els seus respectius diccionaris, amb referències que s'inicien en documents del segle XV. El mató, com a producte diferenciat del formatge tendre, està present també en múltiples cites del *Costumari Català* (Amades, 1982) en referència a costums i fires del segle XIX. Hi havia venedors i crits de venda diferents per a *formatgers* (que incloïen el formatge fresc) i *matonaires*.

Però les coses van començar a canviar entre el 1920 i el 1930. La variació quantitativa de la cabanya i la laboriositat del procés complet van portar, tal com expliquen les persones entrevistades, a tres canvis fonamentals:

- Increment progressiu d'altres llets (cabra i vaca) i, en conseqüència xerigots més pobres.
- Introducció de l'ebullició de la llet, per motius higiènics, abans d'elaborar el formatge, empobrint, tanmateix, el xerigot.
- Substitució freqüent de l'herbacol com a agent quallant per quall animal, àcid cítric, vinagre, clorur càlcic, etc.

Fruit d'aquesta evolució, avui tots els productes comercialitzats a Catalunya amb el nom de mató corresponen, tecnològicament i en composició, a un formatge fresc (Romero *et al.*, 2000).

Per sort o per desgràcia, només s'ha mantingut el nom d'un producte que, junt amb els seus sinònims *brossat* i *recuit* formava part de la gran família europea de formatges de xe-

rigot (Clotet, Mestres, Ponsati, 1999), i pel que, degut a la seva posició central a les carreres, la tradició de l'elaboració al Lluçanès pot representar-ne un cert arquetipus referencial.

Bibliografia

- AMADES, J. (1982), *Costumari Català*, Barcelona, Salvat-Edicions 62.
- ALCOVER, A. (1978-79), *Diccionari català-valencià-balear*, Palma de Mallorca, Editorial Moll.
- CASASSAS I SIMÓ, L. (1975), *El Lluçanès: Evolució entre 1950 i 1970*, Barcelona, Fundació Salvador Vives Casajuana.
- CLOTET, R.; MESTRES, J. ; PONSATI, D. (1999), «La problemàtica dels formatges de xerigot a Catalunya (brossat, mató, recuit)», *Quaderns Agraris*, 25, p. 5-41.
- COROMINES, J. (1980-91), *Diccionari etimològic i complementari de la llengua catalana*, Barcelona, Curial Edicions Catalanes, La Caixa.
- CORTÉS, J; SERRA, R. (1996), *La Comarca del Lluçanès: Estudi d'un espai*. Barcelona, Rafael Dalmau editor, Col·lecció «Camí Ral», núm. 9.
- KIM, H.; LI-CHAN, E. C. Y. (1998), «Separation of immunoglobulin G from Cheddar cheese whey by avidin-biotinylated IgY chromatography», *Journal of Food Science*, 63 (3), p. 429-434.
- ROMERO DEL CASTILLO, R. RODRIGUEZ, A. VICHEZ, F. GUIRADO, J.E. ALFRANCA, O. I CLOTET, R. (2000), «Producció de mató a Catalunya», *Arxius de l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona*. Sèrie 5ª, núm. 4, p. 59-74
- VIEIRA DE SÀ, F; BARBOSA, M. (1972), «Cheese-making with a vegetable rennet (*Cynara Cardunculus*)», *Journal Dairy Res*, 39, p. 335-343.

CAPITALIZING ON THE STARS: MEDIEVAL ALMANACS AS POPULAR SCIENCE

Laura Delbrugge

Indiana University of Pennsylvania. Estats Units.

Summary: Late Medieval almanacs such as Andrés de Li's Reportorio de los tiempos provide an interesting insight into the interplay of public demand and text production. Li's multi-edition astronomical work would have been seen as part of medieval science, and yet by virtue of the demands faced by its printers, the Reportorio, which incorporated the lunar charts of the Catalan Bernat de Granollachs, was altered throughout the years until its scientific perception was weakened. This essay describes the situation faced by the printers of the Reportorio as well as how such a work would have been perceived by its public. In addition, the journey from scientific text to popular almanac in terms of reader perception will be explored.

Keywords: almanac, reportorio, Hurus, Granollachs, Li, printing.

To the modern mind, almanacs are not seen as conveyors of absolute scientific truth but rather as works of interesting folklore better left to farmers and weathermen. In the era of early printing in the late fifteenth century, however, almanacs were seen as useful scientific works. Astronomy as a scientific discipline flourished as the advent of printing allowed for the more exact reproduction of celestial observations and calculations. Almanacs were often the vehicles for the dissemination of astronomical findings, sometimes being the first place a new discovery was reported to the public.

The popularization of astronomy began early on, but was expanded upon exponentially with the advent of the printing press. Book producers saw this interest and hurried to profitably supply the demand, producing such texts as the Catalan Bernat de Granollachs' *Lunari* and a later expanded almanac version of the work, the *Reportorio de los tiempos* by Andrés de Li. These works appeared during the early era of Iberian and their study gives a wonderful insight into the marvelous interplay of the public's thirst for astronomical works and the desire of book producers to turn a profit through the production of astronomically-based almanacs.

The first edition of the *Lunari* was in Catalan, and most likely appeared in Barcelona in 1485 (Chabàs, Roca, 1985, p. 17). It was written by Bernat de Granollachs, a member of a prominent family of Barcelona doctors. Granollachs, while also a doctor, was known to be a scientific thinker, a man of numbers, and a lover of astronomy. His *Lunari* was a series of charts of the months of the years 1485 to 1550; each chart included the times and degrees of the moon phases of each month, as well as eclipses, the minutes of the hours, and the moveable Church feasts of the *Quatre tempres*, *Auent*, and *Nupcias*. Chabàs and Roca believe that

the *Lunari* was the first astronomical work printed in Catalan (17). It was a very popular work and appeared in numerous editions in Catalan, Italian, Latin, and Castilian. It was in fact a best-seller, with Chabàs and Roca stating that Granollachs «ascendira al lloc 6è. d'autors més editats» (Chabàs, Roca, 1985, p. 42).

In 1492, Granollachs' *Lunari* entered another phase of its textual history, its incorporation, word-for-word, in Andrés de Li's almanac, the *Reportorio de los tiempos*. Li's work added six sections to the *Lunari*, including an introduction / prologue, a history of the ways in which time is divided (day, week, month, and year), an astrology section listing the signs of the zodiac and the four elements, a calendar of the year, a medical section, and a conclusion / colophon. Granollachs' original text appears between the medical section and the conclusion. The *lunari* section is introduced by Li as follows:

Dela muy noble arte & sciencia de astrologia ha feydo sacado el presente sumario por el egregio & muy sauo astrologo maestro Bernardo de Granollachs, maestro en artes & en medicina, dela noble ciudad de Barcelona. En el qual se contienen las conjunciones & oposiciones conuiene saber los girantes & los llenos dela luna... Esso mismo se contienen enel presente libro todos los eclipsis del sol & dela luna que seran enel dicho tiempo & las quantidades delos dichos eclipsis. (Delbrugge, 2000, p. 87)

Li's almanac was extremely eclectic, discussing everything from Greek and Roman gods to the proper procedures for bloodletting. The first of these expanded works appeared in Zaragoza in 1492, produced by Pablo Hurus. In this same year, Hurus oversaw the production of the first Castilian version of the *Lunari*. Another version of the *Reportorio* was produced in 1493 in Burgos by Fadrique de Basilea, and it is this version that serves as the *princeps* edition, the original 1492 being lost. Hurus produced another version of the *Reportorio* in 1495. There were many other editions from 1495 to 1550, and between the original *Lunari* and the expanded *Reportorio*, there would be over ninety editions produced.

It must be remembered that early book producers, unlike their modern counterparts, were not concerned with the concept of copyright. Textual borrowing, or even total incorporation, as in the case of the *Lunari* and the *Reportorio de los tiempos*, was common practice. In fact, it was considered desirable to include previously produced works in later texts in order to demonstrate the unity of all things in Creation. Cynthia Brown notes the following:

Medieval writers participated in an extensive network of intertextual relations, resulting in a more or less free exchange and appropriation of literary ideas, which anyone could adapt and rework. These authors did not strive to be «original» in the modern sense of the term: originality consisted of adapting, imitating, or representing well. Since intervention was not dependent on a single author's originality, medieval writers and readers did not consider the re-creation of a text to be a deformation of an original: rather, it was an attempt to expand the volume and meaning of an earlier work (Brown, 1995, p. 29).

Brown concludes that «interest lay less in the author and his identity than in his work and the intertextual web of which it was a part» (1995, p. 29).

So, if it wasn't the allure of the Granollachs' intellectual authority that prompted the incorporation of the *Lunari* into Li's *Reportorio de los tiempos*, what was it about the *Lunari* that made it so attractive to its early publishers, especially Hurus? What was the motivation for expanding Granollachs' astronomical work? Early book producers, much like their modern counterparts, were first and foremost concerned with making a profit. Many publishers operated on the edge of ruin; countless went bankrupt every year. Much of the success of a chosen work depended on the type of work it was; in other words, the work had to appeal to the buying public. Febvre and Martin note that:

The first Parisian printers were led to publish works for which there was most demand by the need to obtain high sales, in order to put their business on a firm footing and make profits. This proved to be the classic situation in the book trade: in every age thereafter the biggest firms have been obliged sooner or later to produce books not just for a restricted academic market, but also for a popular market. (Febvre, Martin, 1976, p. 175).

This description most certainly applies to the *Reportorio de los tiempos*. Its first printer, Pablo Hurus, saw a market for almanacs, and in fact saw a specific market for almanacs containing astronomical information. As he had already produced Granollachs' *Lunari* in that same year, Hurus must have seen the advantage of expanding upon it. It must be remembered that the original edition of the *Lunari* was in Catalan, someone was responsible for its translation into Castilian prior to the 1492 Hurus edition. It is quite possible that Li served as the translator of the *Lunari* during its initial printing, and from there was inspired to include it in his own work, the *Reportorio*. Another of Li's works, the *Tesoro de la pasión*, also produced by Hurus, suggests that many works were published because of other texts already in circulation:

Ocurrióme aquello que muchas vezes havia oido a Pablo Hurus, alemán de Constançia, empretador famosíssimo en aquesta vuestra fidelíssima y muy noble ciudad, el qual dezía estava maravillado cómo a sus manos hoviessen llegado libros e obras sin cuento para imprimir y jamás en romance havia visto que nadi se hoviesse acordado de pregonar el sagrado misterio de la pasión del redemptor glorioso (Li, 1494).

In order to understand fully the market created for the *Lunari* by its incorporation into an almanac like the *Reportorio de los tiempos*, one must examine the role of the almanac, and the perception of the many astronomical and in fact astrological elements contained therein. Jim Tester, in his book *A History of Western Astrology* describes how almanacs came to contain the methods for calculating the dates of moveable Church feasts such as Easter. «Time was natural, months and seasons fitted into agricultural life; the calendar superimposed on this pattern was that of the Church, the succession of feasts and fasts that made the liturgical and working year» (1987, p. 128). Tester goes on to say that the fixing of the dates for these the moveable feasts was essential for all clergy, and so the *computus*, or science of date calculation, became part of liturgical training.

In addition to supplying *computus* calculation data, early almanacs usually con-

tained many other diverse types of information. Almanacs were seen as readily available reference works, overlapping into the branch of medieval science known as the «books of secrets». The public demand for the type of cultural information found in almanacs became more and more insatiable, and this did not go unnoticed by early printers. They rushed to provide what the public wanted in such highly illustrated works as the *Reportorio de los tiempos*. Deriving validity from the inclusion of the highly mathematical *Lunari*, the *Reportorio* appealed to the public desire for the secrets thought to be unlocked by the movements of the heavenly bodies. Almanacs and calendars, often containing astrological predictions, were exceedingly marketable. Capp notes that «in the process by which simple moon-lore developed into a pattern of astrological beliefs more elaborate and of far wider application, nothing was to have so great a role as the annual almanac» (1979: 22).

Especially important to the success of almanacs, including the *Reportorio de los tiempos*, was illustration. The information contained in almanacs was well-suited for pictorial representation, most notably the months of the year personified as planets, the depictions of agricultural labors, and medical diagrams. The inclusion of woodcuts such as these greatly enhanced the marketability of a work, and probably even appealed to illiterate buyers. Many of the editions of the *Reportorio de los tiempos* were highly illustrated, most notably the Zaragoza: Hurus, 1495 and the Sevilla: Cromberger, 1510, both of which survive today and appear to have been extremely successful. In the Zaragoza: Hurus, 1495 edition, there are over fifty-five woodcuts. The rich paratextual layout of the *Reportorio* was intended to draw viewers into the work, and the marketability of the astronomical information originally penned by Granollachs, although still useful in its mathematical purity, would have been enhanced by both the woodcuts and Li's textual additions.

As is evident in the case of the *Reportorio de los tiempos*, the advent of printing dramatically changed the way in which scientific information was conveyed, and ultimately how science itself was perceived. Elizabeth Eisenstein in her book *The Printing Revolution in Early Modern Europe* believes that «that advent of printing ought to be featured more prominently by historians of science when they set the stage for the downfall of Ptolemaic astronomy, Galenic anatomy, or Aristotelian physics» (1983, p. 187). With relation to astronomy, Eisenstein cites the power printing had in the dissemination of information, including «powers which enabled astronomers to detect anomalies in old records, to pinpoint more precisely and register in catalogues the location of each star, to enlist collaborators in many regions, fix each fresh observation in permanent form, and make necessary corrections in successive editions» (1983, p. 216).

How did the incorporation of the strictly mathematical *Lunari* into the eclectic *Reportorio de los tiempos* affect Granollachs' original work? First and foremost, it set the original text on the road to popularization. The astronomical *Lunari* would have been used by those readers interested in precise calculations of the movements of the heavenly bodies through celestial houses, as well as lunar and solar eclipses, whereas the readers of the *Reportorio de los tiempos* were interested in the work for a variety of reasons, some scientific, and some not. The repackaging of the *Lunari* in the *Reportorio* also led to another, probably unexpected consequence for the text: a reduction in its scientific status. The *Lunari* would have been perceived not in its original mathematical purity, but as part of a larger, more popular work. As the years passed, successive editions would show additions to the lunar charts, compromising their accuracy. In fact, beginning with the Valencia: Castilla, 1506 edition, the *Re-*

portorio itself would undergo numerous alterations and revisions, and would eventually include discussions of the four winds, additional phlebotomy diagrams, and in some Catalan versions, astrological charts, Paschal and zodiac tables, and even a fable about «un ermità que va trobar una rata que es transformà en donzella» (Chabás, Roca, 1985, p. 18). It seemed that printers added whatever text and illustration they thought would prolong the life of the already hugely successful *Reportorio de los tiempos*.

Thus, the interplay of text type and its presentation by printers was responsible for the success or failure of any given work. In the case of Granollachs' *Lunari*, a strictly astronomical work was repackaged in a more popular form, an almanac, which boasted a more universal appeal and increased marketability. This incorporation changed the *Lunari* forever. It made it available to many more readers, and prompted the expansions seen in later editions. In other words, the inclusion of the *Lunari* into the *Reportorio* more than likely extended the life of Granollachs' work, as the lunar charts were updated as subsequent editions were printed, keeping the work in circulation until the end of the sixteenth century. Such was the nature of medieval and Early modern printing, and such was the fate of a small astronomical work the *Lunari*: to be recast in another way, to be perceived as different type of scientific work, but to survive and flourish for over a century as one of the most reprinted of European almanacs, the *Reportorio de los tiempos*.

Bibliography

- BROWN, C. (1995), *Poets, Patrons, and Printers: Crisis of Authority in Late Medieval France*, Ithaca, Cornell UP.
- CAPP, B. (1979), *English Almanacs 1500-1800: Astrology and the Popular Press*, Ithaca, Cornell UP.
- CHABÁS, J.; ROCA, A. (1985), *El 'Lunari' de Bernat de Granollachs*, Barcelona, Fundació Salvador Vives i Casajuana.
- DELBRUGGE, L. ed. (2000), *Reportorio de los tiempos*. Andrés de Li, London, Tamesis.
- EISENSTEIN, E. (1983), *The Printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge, Cambridge UP.
- FEBVRE, L.; MARTIN, H. (1976), *The Coming of the Book: The Impact of Printing 1450-1800*, Trans. David Gerard, London, NLB.
- LI, A. (1494), *Tesoro de la pasión*, Zaragoza: Hurus.
- TESTER, J. (1987), *A History of Western Astrology*, Woodbridge, Boydell.

L'ELECTRICITAT A L'EXPOSICIÓ INTERNACIONAL DE BARCELONA DE 1929

Jordi Ferran Boleda

CEHIC. Universitat Autònoma de Barcelona

Paraules clau: *electricitat, Exposició Internacional, enginyeria elèctrica.*

Electricity in the Barcelona International Exhibition of 1929

Summary: *Barcelona International Exhibition of 1929, has in its origin, a exhibition devoted to electricity, and if it would be considered like one of the most interesting in the interwar period was for their illumination's spectacle. In spite of this, the few studies over this event are focused in the urbanistic and arquitectonics questions. The aim of this work is to realize a description of the use of electricity in this fair, from three visions. First, the internal vision, the most private part of the system, the electric installation. Second, has two components, the private and the public, and is the electric system devoted to the spectacle, their parts and their operation. The last is over all things that were exhibited and could captivate someone interested in electricity: pavilions, stands, exhibitions....*

Key words: *electricity, International Exhibition, electrical engineering.*

Les exposicions, generalment anomenades universals,¹ van conèixer una època de màxima esplendor a final del segle XIX i a principi del XX,² que va coincidir amb l'emergència de la indústria elèctrica i el procés d'electrificació a Europa i a Amèrica. Des de la tribuna privilegiada que representaven aquestes exposicions per a la ciència i la tècnica, es van donar a conèixer la major part dels avenços que en il·luminació, transport de corrent, motors elèctrics o telegrafia i telefonia se succeeixen en aquest període.

1. Malgrat que caldria distingir entre *exposició universal* (aquella que cobreix la totalitat dels camps temàtics) i *exposició internacional* (que fa referència a què hi participen diverses nacions), i comentar que el nom oficial de l'Exposició de Barcelona era «Exposición Internacional de Barcelona», utilitzaré els dos termes indistintament per referir-m'hi.

2. La similitud d'objectius que persegueixen, i el fet que presenten la mateixa estructura estàndard, fa que siguin considerades conjuntament per alguns autors (Allwood, J., 1977; Greenhalgh, P., 1988), mentre que altres (Ferguson, E. S., 1981; Rydell, 1993) prefereixen considerar com a fenòmens diferents les exposicions del segle XIX i XX.

Barcelona ja havia estat seu d'una Exposició Universal a l'any 1888, i la de l'any 1929, té com a embrió la idea que sorgeix l'any 1913, dins l'«Asociación de Industriales Electricistas», de celebrar a Barcelona una exposició dedicada exclusivament a l'electricitat. La intenció d'aquests industrials era donar a conèixer l'electricitat a la població, amb la finalitat de beneficiar el procés d'electrificació de Catalunya. Aquesta exposició, que havia de celebrar-se a l'any 1915 i que va sofrir diversos endarreriments per causes polítiques i socials, no va arribar a fer-se mai, però constitueix l'origen de l'Exposició Internacional de Barcelona de 1929.

Quan finalment s'inaugura l'Exposició Internacional de Barcelona, el 19 de maig de 1929, Catalunya ja està electrificada, i l'electricitat ha adquirit una importància tal que no només s'exposa en el pavelló explícitament dedicat, el de la «Metalurgia, Electricidad y Fuerza Motriz», sinó que a tots els pavellons dedicats a les diverses indústries hi trobem aparells elèctrics. L'èxit d'aquesta exposició, i el motiu pel qual es considerada una de les més espectaculars del període d'entreguerres,³ no és pel contingut de l'exposició sinó per l'altre aspecte primordial en aquests esdeveniments: el continent. Per a la gran majoria de públic, el més important de l'exposició és l'embolcall, no els productes. En una exposició, «es mostren no només els objectes, sinó l'exposició mateixa».⁴ I l'espectacle a l'Exposició de Barcelona s'aconsegueix mitjançant una il·luminació i uns jocs d'aigua i de llum que no s'havien vist mai fins aleshores. Les aplicacions de l'electricitat donen rellevància a l'Exposició.

Prement com a punts de partida les exposicions, l'origen elèctric de l'exposició de Barcelona i els espectaculars efectes lluminosos que aquesta oferia al visitant, el treball que estic realitzant pretén analitzar el que va significar l'electricitat a l'Exposició de Barcelona. Per fer-lo el més complet possible, he considerat tres aspectes.

En primer lloc, la part privada del sistema, és a dir, l'estructura de les seves instal·lacions elèctriques: què es va fer i com; quines decisions i quins problemes van marcar el procés d'execució de les obres; qui va prendre les decisions i qui les va executar; d'on provenia el material amb què s'efectuaven les instal·lacions; quines novetats representaven respecte al que s'havia fet fins aquell moment. En definitiva, com es va electrificar una part de la ciutat que s'urbanitzava de nou. A més, cal veure com es relaciona aquesta part més íntima amb l'Exposició, i de quina manera una estació transformadora pot convertir-se en una atracció pel públic de l'Exposició.

En segon lloc, considero la instal·lació d'espectacle construïda per a l'Exposició. Íntimament relacionada amb les obres elèctriques generals, en aquest cas els efectes de la instal·lació són brillants i causen una gran impressió al públic que l'admira. El sistema que fa funcionar els jocs d'aigua i de llum, consta d'elements originals, a més d'altres que s'utilitzen per primera vegada en una instal·lació de gran magnitud. En aquest cas la part privada del sistema es complementa, necessàriament, per la part pública del mateix: quins eren els jocs de llum; com s'il·luminaven les façanes dels pavellons i conèixer l'espectacle que s'oferia són el contrapunt que ens permet acabar de descriure aquesta part de la instal·lació que combina els aspectes públic i privat.

3. Allwood, J. 1977

4. Eco, U., 1967.

Finalment, considero el contingut de l'exposició: què veia una persona quan entrava als pavellons? Una persona que entrava al recinte i visitava els diversos estands relacionats amb l'electricitat, on les empreses competien per un dels premis del jurat internacional; però aquí aquesta persona també podia aprendre coses sobre les instal·lacions de producció d'energia elèctrica que s'havien construït o que estaven realitzant-se en aquell moment, tant en el nostre país com a tot Europa, i, fins i tot, podia aprendre com obtenir, a casa seva o a la seva empresa, el màxim profit de la llum elèctrica.

La diversitat de les fonts que estic utilitzant per fer aquest treball em permeten conèixer diversos punts de vista del que representa l'Exposició. A més de la documentació administrativa, utilitzo un material que em permet de considerar el punt de vista de l'enginyer expert, que participa a l'Exposició i que posa els seus coneixements a disposició de l'organització. Aquesta visió es pot extreure de les nombroses pàgines que les revistes de l'època, més o menys tècniques, van dedicar a l'Exposició. Pel que fa a la documentació oficial intento seguir els esdeveniments des de l'òptica dels càrrecs i autoritats. Finalment, a la premsa i a algunes edicions de l'època, buscaré l'opinió del visitant que desconeix el funcionament i la magnitud del que s'ha realitzat, però que és capaç de fruir de les meravelles de què gaudeix durant la visita.⁵

Tres exemples, un de cada una de les visions escollides per fer aquest treball, serviràn per mostrar la magnitud i el que va representar l'esdeveniment.

Ahora de plantejar-se l'electrificació de la muntanya de Montjuïc, els encarregats del projecte, dirigits per Juan de Lasarte Karr, cap del Servei Elèctric de l'Exposició, es preocupen per tal que la infraestructura, a més de servir per a l'Exposició, pugui ser utilitzada per les futures urbanitzacions de la zona. Les dimensions del recinte (300.000 m²) obliguen a la instal·lació de dues xarxes, d'alta i baixa tensió, amb les corresponents estacions transformadores. En la construcció hi participen dues empreses, A.E.G. Ibérica de Electricidad i Electric Supplies Co., que es reparteixen les obres en funció de quina és l'empresa subministradora de corrent a cada part del recinte. Així, la primera construeix el sector alimentat per la «Cooperativa de Fluido Eléctrico», i la segona el sector de la «Unión Eléctrica de Cataluña».

La instal·lació ha de donar servei d'il·luminació a l'interior dels edificis i també a l'exterior del recinte, i a dotar-lo, a més, de servei general, amb una instal·lació de vigilància i una de seguretat. Així, s'instal·len 414 fanals per a l'enllumenat del recinte exterior. Però també cal considerar l'alimentació necessària pel funcionament de grues, ascensors, funiculars, escales mecàniques i altres serveis menors (rellotges, anuncis, altaveus, serveis de radio-comunicació, etc.). Calia fer, també, una instal·lació que permetés el funcionament de les il·luminacions d'espectacle i moure les aigües de les cascades i fonts.

Les principals dificultats amb què topen els especialistes en la realització del projecte és la falta de dades sobre la potència necessària, així com també els continus canvis en els punts d'alimentació. Malgrat tot, el disseny del projecte té un únic objectiu, absolutament clar: que la seva magnitud ha d'excedir la de les exposicions anteriors.

Quant a la instal·lació d'espectacle és especialment rellevant el seu comandament centralitzat, ja que és la primera vegada que «els enginyers d'il·luminació apliquen a un il·lu-

5. Malgrat la diversitat de fonts, el fet que totes les publicacions haguessin de sotmetre's a censura prèvia a la seva edició dificulta la presència de veus crítiques amb l'Exposició.

minació exterior, tan gran, un control centralitzat».⁶ Amb aquest comandament, que es va situar a una de les torres venecianes de la plaça d'Espanya, els operaris podien preparar fins a 20 escenes d'il·luminació diferents, i deixar-les programades per tal d'accionar-les quan fos necessari mitjançant un sol interruptor. A més disposava d'un programa automàtic que produïa ones de llum de diversos colors, que es desplaçaven des del Palau Nacional fins a la plaça d'Espanya. Les quatre plantes de material elèctric, els trenta quilòmetres de cable i les més de sis mil connexions de què consta el comandament es van completar en només dos mesos, incloses les proves. En aquest projecte destaca especialment la col·laboració de l'empresa nord-americana Westinghouse, i la utilització, per primer cop a Europa, d'un invent seu: el reactor. Es tracta d'un aparell que serveix per regular indirectament grans quantitats de corrent mitjançant corrents molt petits.⁷

Malgrat que no es pot considerar que la mostra d'articles elèctrics a l'Exposició de Barcelona tingués una rellevància especial pel que fa referència a innovacions tecnològiques importants, sí que es pot considerar com una important reunió de les empreses de l'Estat, ja que van participar-hi la major part de les catalanes, i també moltes del País Basc, que eren els punts de la península on es concentrava la indústria elèctrica. N'hi havia també algunes, poques, de Madrid i de la resta de l'Estat espanyol. En total, 210 expositors. La participació alemanya és molt important (67 expositors), i destaca especialment per ser el primer cop que mostra la seva producció industrial després de la Primera Guerra Mundial. També destaca la participació de França i la de Suïssa, 118 i 70 expositors, respectivament.⁸ Cal destacar l'interès que mostren les empreses subministradores per presentar-se davant de possibles clients, i competeixen entre elles per mostrar de forma atractiva, utilitzant maquetes, fotografies i diorames, les seves instal·lacions pirinenques. Fins i tot les empreses encarregades del subministrament elèctric de l'Exposició permeten l'accés als visitants a les estacions transformadores del recinte a fi de facilitar la comprensió del fenomen de l'electricitat.

Des del punt de vista educatiu, cal destacar una exposició organitzada per l'«Asociación Española de Luminotécnica» que, sota el títol «Exposición de la Luz», intenta mostrar al visitant totes les possibilitats que li ofereix la llum elèctrica. S'il·lustra la correcta utilització de la llum, ja sigui en el comerç com en la indústria, i, en una secció científica, es pot experimentar sobre la qualitat de la llum, els seus efectes sobre els colors, la seva influència en l'apreciació de les velocitats, projecció d'ombres o potència lumínica.

Finalment, cal assenyalar que l'objectiu d'aquest present estudi no és tan sols descriure totes les activitats relacionades amb l'electricitat que van tenir lloc amb motiu de l'Exposició Internacional de Barcelona de 1929, sinó que, a partir de les dades recollides, s'inten-

6. Electrical World. New York. 7 de desembre de 1929.

7. Un reactor consisteix en un nucli en forma de E (semblant al dels transformadors trifàsics), amb una bobina a cadascun dels extrems i en sèrie entre si i amb el circuit que alimenten. La columna central té una bobina independent alimentada amb corrent continu. Aquest corrent continu és el que regularà la intensitat que circularà per les altres dues bobines.

8. La resta de països que participen a la mostra d'equipaments elèctrics són els Estats Units, Itàlia, Àustria i Hongria, amb 43, 26, 12 i 6 expositors. En total ocupen una superfície de 17.000 m² al Palau de la Metal·lúrgia, l'Electricitat i la Força Motriu, a més dels annexos A i B, de 5.300 m² i 5.000 m², respectivament.

Característiques de la xarxa elèctrica

	Xarxa d'alta tensió a 6000 V			xarxa de baixa tensió a 220 V
Companyia instal·ladora	Estacions transformadores	Potència en KVA	Km de cable	Km de cable
A.E.G. Ibérica de Electricidad	15	3700	7,85	24,5
Electric Supplies Co.	17	12000	11	40

Críteris utilitzats per a la construcció de la xarxa elèctrica:

- Distància entre estacions transformadores
- Preu del metre de cable
- Nombre d'hores de servei diàries
- Preu del KW per estació transformadora
- Tipus d'amortització per a les instal·lacions
- Preu de l'energia
- Exigències arquitectòniques dels Palaus

Taula 1. Característiques de la xarxa elèctrica instal·lada a l'Exposició Universal de Barcelona de 1929.

tarà obtenir una descripció de la situació de la indústria elèctrica catalana en un moment determinat, a més d'extreure conclusions sobre els seus recursos, tant humans com materials, el seu grau d'implantació, la seva capacitat d'innovació, el seu nivell de desenvolupament respecte l'exterior o el seu grau de dependència. Però al mateix temps, tenint en compte que l'electricitat de l'exposició és un espectacle públic, ens ha de permetre considerar la relació d'aquesta tecnologia relativament nova amb els seus usuaris, quina acceptació té per part de la població i en quin context s'assimila aquesta tècnica.

Bibliografia

- ALLWOOD, J. (1977), *The Great Exhibitions*, Londres, Studio Vista.
- BAIXERAS, E. (1929), «La Electricidad en la Exposición de Barcelona», *Técnica*, 127, 305-313.
- BAIXERAS, E. (1929), «La Electricidad en la Exposición de Barcelona (Conclusión)», *Técnica*, 128, 321-332.
- ECO, U. (1967), *A Theory of Expositions*. Citat per BRAIN, R. (1993), *Going to the fair*. Cambridge, Whipple Museum of The History of Science, 196.
- FERGUSON, E. S. (1981), «Exposiciones tecnológicas, 1851-1900». A: KRANZBER, M. I PURSELL, C. (ed.), *Historia de la Tecnología*, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, Vol II, 785-805.
- GREENHALGH, P. (1988), *Ephemeral vistas: The expositions Universeles, Great Exhibitions and World's Fairs*, Manchester, Manchester University Press.
- LASARTE KARR, J. (1930), «Las obras de Ingeniería en la Exposición de Barcelona», *Técnica*, 138, 81-86.

LASARTE KARR, J. (1930), «Las obras de Ingeniería en la Exposición de Barcelona», *Técnica*, 139, 97-104.

MANDO a distancia de los juegos de agua e iluminaciones decorativas de la Exposición Internacional de Barcelona, *La Energía Eléctrica*, 23, 271-276.

RYDELL, R. W. (1993), *World of Fairs. The Century of Progress Expositions*, Chicago, The University of Chicago Press.

STAHL, C. J. (1929), «The floodlighting of the International Exposition at Barcelona, Spain», *Illum. Eng. Soc. Trans.*, 24 (9), 876-889.

VIDAL I ESPAÑÓ, M. (1930), «El Palau de la Llum de la Nostra Exposició», *Ciència*, 36, 596-603.

EL VITALISME I LA SEVA CRISI EN EL SEGLE XIX

Santiago García Vallvé; Miguel Angel Montero Simó; Antonio Rojas Pérez; Antoni Romeu Figuerola

Grup d'Història de la Bioquímica. Xarxa Temàtica d'Història de la Ciència i de la Tècnica de la Generalitat de Catalunya. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.

Paraules clau: *vitalisme, química, orgànica, biologia, història de la bioquímica, Jons Jakob Berzelius, Justus von Liebig, Louis Pasteur.*

The vitalism and its crisis in the 19th century.

Summary: By the early 19th century, chemists had learned to make many simple compounds in the laboratory by combining elements under the right conditions, but artificial synthesis of the complex molecules extracted from living matter seemed hopeless. Berzelius first made the distinction between organic compounds, those that apparently could rise only within living organisms, and inorganic compounds, those that were found in the nonliving world. The new discipline of organic chemistry was first built on a foundation of vitalism, the belief in a life force outside the jurisdiction of physical and chemical laws. Liebig gave scientific status to pharmacy, physiology, agriculture and husbandry with the aim of the catalytic role of chemistry. In 1828 Wöhler showed that urea could be synthesized in the laboratory. Pasteur investigated the nature of fermentation. The vitalist dogma was shattered in 1897, when Buchner found that extracts from broken yeast cells could carry out the entire process of fermentation of sugar into ethanol.

Key words: vitalism, organic chemistry, biology, history of biochemistry, Jons Jakob Berzelius, Justus von Liebig, Louis Pasteur.

1. Antecedents

El finalisme o teologisme perdurà en el desenvolupament de la ciència (Parés, 1994). La posició preeminent de l'home en el sentit que li donà Aristòtil es mantingué fins al segle XIX, si bé el creacionisme, després del Renaixement cristià del segle XIII, li donà el sentit addicional de finalitat i justificació de l'Univers (Alsina, 1986). La biologia com a disciplina científica dedicada a l'estudi dels éssers vivents sorgeix entre els segles XVIII i XIX. Fourcroy fou el primer en utilitzar l'expressió de *principis immediats*, espècies químiques en l'estat en què estan presents en els éssers vius. Tanmateix, fou Chevreul qui desenvolupà les tecnologies analítiques per a l'estudi d'aquestes espècies. En aquest marc de relació entre la química orgànica i la fisiologia neix la biologia científica (Municio, 1985).

2. El vitalisme i la química orgànica

Al llarg del segle XIX es realitzà un gran esforç per a entendre els processos vitals. Amb les tècniques d'anàlisi de Berzelius i de Liebig es demostrà que les substàncies aïllades per Scheele contenien carboni. En 1807, Berzelius suggerí que substàncies com l'oli d'oliva o el sucre, productes característics dels organismes, s'anomenessin orgàniques. Les substàncies com l'aigua o la sal, característiques del medi no-vivent, eren inorgàniques. Hom observà que les substàncies orgàniques eren fàcilment convertibles, per escalfament o amb un altre tractament energètic, en substàncies inorgàniques. Tanmateix, el canvi invers, d'inorgànic a orgànic, era desconegut. La vida es considerà com un fenomen especial que no segueix necessàriament les lleis de l'Univers. Segons aquesta visió vitalista, els compostos orgànics únicament podrien ésser sintetitzats mitjançant l'acció d'una força vital pròpia dels éssers vius.

Liebig fou un dels pares de la química orgànica, però no es plantejà temes estructurals. La seva gran contribució fou trencar la comunicació entre el món inorgànic i l'orgànic. En aquest camp, és remarcable la col·laboració amb Wöhler, tant en el treball d'aïllar, transformar i classificar molècules orgàniques com en els estudis d'intercanvi de matèria, dels vegetals i dels animals en l'ambient inorgànic, i dels vegetals amb els animals. Aquests estudis sentaren les bases de l'agricultura i de la dietètica. El perfeccionament dels mètodes analítics portà a l'establiment de fórmules empíriques més exactes i a la identificació de grups funcionals. El primer cop fort contra el vitalisme de Berzelius fou en 1828, quan Wöhler sintetitzà urea (substància orgànica) a partir (per escalfament) de cianat amònic (considerat substància inorgànica, sense cap connexió amb la matèria viva). Els treballs posteriors de Kolbe (1845) en la síntesi d'àcid acètic a partir dels seus elements constituents (síntesi total), i sobretot els de Berthelot (1850s, que efectuà una síntesi sistemàtica de compostos orgànics, demostraren la gran connexió entre el món orgànica i l'inorgànic. Chevreul (1809), tot treballant amb sabó, aïllà àcids grassos (Municio, 1985).

Liebig, tot col·laborant amb Wöhler en treballs sobre la naturalesa de l'àcid úric, afirmà: «La filosofia de la química permet treure d'aquest treball la conclusió de considerar no únicament probable sinó segur que s'obtiniran fora de l'organisme, en els nostres laboratoris, totes les matèries orgàniques. Es produiran artificialment sucre, salicina, morfina. No sabem encara la forma d'assolir aquest resultat final perquè desconeixem els precursors dels que resulten aquestes matèries, coneixement que s'anirà adquirint». Malgrat que Liebig i Wöhler cregueren que tota substància orgànica podria ésser preparada en el laboratori, distingien aquestes molècules orgàniques de les substàncies organitzades en el si de les quals té lloc el procés vital. Així, Liebig escriu: «Sota la influència d'una causa no química (vida, força vital) també operen en l'organisme forces químiques. Únicament per efecte d'aquestes causes dominants, i no d'ells mateixos, s'ordenen els elements i es componen donant urea, taurina, de la mateixa forma que la intel·ligent voluntat del químic els obliga a compondre-se fora del cos; mai la química aconseguirà obtenir en els seus laboratoris una cèl·lula, una fibra muscular, un nervi: en una paraula, una de les parts de l'organisme realment orgàniques, dotades de propietats vitals». En una carta a Berzelius, Liebig manifesta la idea principal de la seva obra *La química en la seva aplicació a l'agricultura i la fisiologia*; diu: «Desitjo aportar una prova de que els fisiòlegs i els agrònoms no podran, sense el conreu de la química, esperar progressos valuosos i duradors en fisiologia i agricultura, i que, fins ara, en aquest sentit, únicament

s'han fet anàlisis, però no investigacions físicoquímiques. Voldria transmetre als altres la meua convicció que únicament la química pot portar llum als fenòmens de la vida» (Cordón, 1997).

3. El vitalisme i el reduccionisme biològic

Liebig considerà la vida com un fet restringit al món animal i vegetal (Brock, 1997). Des d'aquest punt de vista, es resisteix a admetre que éssers microscòpics unicel·lulars poguessin causar al seu entorn una transformació química determinada; això el portà a polemitzar primer amb Schwan, i després amb Pasteur. Així doncs, Liebig, i també Wölher, consideraren que la transformació de la glucosa en etanol i diòxid de carboni que porta a terme el llevat (fermentació alcohòlica) és una reacció senzilla, com les inorgàniques, que es realitza en el medi exterior, fora del llevat, al qual consideraren com un simple catalitzador químic. En canvi Schwan, i després Pasteur, opinaven que la fermentació alcohòlica es realitza a l'interior del llevat d'un mode vinculat a la vida, «a la força vital» (Manchester, 1995). Al llarg del segle XIX s'anaren acumulant coneixements empírics sobre dos fenòmens que, en un principi, no es relacionaven entre si: els ferments solubles (diastasa, pepsina, amilasa, ureasa, etc.; molècules de composició desconeguda presents en els líquids interns dels animals i plantes que actuen de catalitzadors en reaccions d'hidròlisi) i els ferments formes (éssers unicel·lulars, com el llevat i d'altres, causants de transformacions més complexes: fermentacions). Les autoritats químiques de l'època interpretaren que els llevats actuen com a mers catalitzadors químics (Liebig considerà que en la fermentació alcohòlica el llevat es descomponia —no multiplicava—, i que la seva descomposició provocava la descomposició dels substrats —per exemple, la glucosa). D'altra banda, Schwan considerà els ferments formes com éssers unicel·lulars que s'alimenten del substrat (per exemple, glucosa), i excreten els productes de fermentació com a resultat de les transformacions internes. La teoria cel·lular de Virchow (1858) que les cèl·lules —que, segons Schwan, constitueixen els animals i vegetals— són les unitats absolutes de la vida, i els treballs de Pasteur que demostraren la no generació espontània i que els microorganismes són cèl·lules vives, marcaren una inflexió dels punts de vista dels químics orgànics.

Traube buscà ferments solubles intracel·lulars i procurà reduir la fermentació cel·lular a un nivell molecular: «Els ferments no són, com suposava Liebig, substàncies en descomposició i que poden transmetre la seva acció química a substàncies inertes, sinó substàncies químiques, relacionades amb els cossos albuminoides que, malgrat encara no ésser accessibles de forma pura, tenen, com totes les altres substàncies, composició química definida i provoquen canvis definits en altres substàncies per afinitats químiques definides. La hipòtesi de Schwan —després adaptada per Pasteur— segons la qual les fermentacions han de considerar-se com expressions de les forces vitals d'organismes inferiors, és insatisfactòria. El correcte és la hipòtesi inversa de Schwan; diversos ferments són la causa dels més importants processos químics de la vida, i no únicament dels organismes inferiors, sinó també dels superiors» (Cordón, 1997).

El vitalisme de Pasteur es basà en la seva convicció que les fermentacions que causen els llevats són resultat dels seus processos vitals. Pasteur escriu: «Els glòbuls del llevat, veritables cèl·lules vives, tenen com a funció correlativa de la seva vida la transformació del

sucre. No hi ha fermentació alcohòlica sense organització, desenvolupament i multiplicació simultània dels glòbuls. Ara bé, què representa l'acte de l'escisió del sucre i quina és la causa íntima? Confeso la meua completa ignorància. Pot dir-se que el llevat s'alimenta de sucre per excretar-lo en forma d'alcohol i carbònic? ¿Hom hauria de dir, per contra, que la cèl·lula produeix durant el seu desenvolupament una substància del tipus pepsina, que actua sobre el sucre i desapareix quan s'esgota, ja que no es troba aquesta substància en els líquids? No tinc respostes per a aquestes preguntes».

Bernard ofereix una definició idealista dels fenòmens de la vida: «En la meua opinió, en l'organisme vivent hi ha dos tipus de fenòmens: els de creació vital o síntesi organitzativa i els fenòmens de mort o de destrucció orgànica; la síntesi evolutiva és el fenomen veritablement vital: la vida és creació. La destrucció vital és d'ordre físico químic, el resultat d'una combustió, d'una fermentació, d'una putrefacció, en un mode d'acció comparable a un gran número de descomposicions químiques». Les idees de Bernard foren defensades per Berthelot i combatides per Pasteur. Per Bernard, atès que la vida és creació, la fermentació alcohòlica de la glucosa, per tractar-se d'una degradació química, no podia ser un fenomen vinculat a la vida (Cordón, 1997).

4. Descobriment de l'acció de l'extret de llevat lliure de cèl·lules sobre la fermentació (1897)

Es descobrí que la cèl·lula posseix una gran complexitat funcional i estructural, i es confirmà que la cèl·lula és la unitat biològica. Nægeli procurà conciliar la concepció de Pasteur que la cèl·lula, com a ésser vivent bàsic, és capaç de dirigir la transformació de molècules i la seva producció de fements solubles. Nægeli escriu: «L'agent de la fermentació és inseparable de la substància de la cèl·lula viva; és a dir, està vinculada al plasma. La fermentació es produeix únicament en immediat contacte amb el plasma i fins on s'esten la seva acció molecular. Si l'organisme desitja exercir un efecte sobre processos químics en llocs o a distàncies on no arribin les forces moleculars de la matèria viva, excreta ferments. Tanmateix, és dubtós que l'organisme faci ferments per a què funcionin dins el plasma cel·lular, atès que aquí no els necessita, ja que disposa de les forces moleculars pròpies de la matèria viva». Sobre la teoria de Liebig de la catàlisi com un fenomen de la descomposició, Nægeli escriu: «Però a la teoria de la descomposició li manquen fonaments teòrics. Si en la cèl·lula de llevat existís una combinació per a la descomposició de la qual es provoqués la fermentació, podríem extreure-la i provocar la fermentació sense cèl·lules, com es pot fer en els cossos que inverteixen el sucre». Nægeli, en la seva interpretació del llevat causant de la fermentació alcohòlica, i de la cèl·lula en general, seguí la posició vitalista de Pasteur, però desplaçà la capacitat de transformar molècules de la unitat cel·lular a la substància que constitueix la cèl·lula, és a dir, el plasma, al que considera viu per ell mateix. El descobriment de Buchner que, a partir de cèl·lules de llevat desintegrades, es pot obtenir un ultrafiltrat, exempt de cèl·lules vives, capaç de fermentar la glucosa en alcohol i carbònic, destrueix la concepció de Nægeli i el vitalisme de Pasteur. Buchner escriurà: «Per a la teoria de la fermentació es poden treure algunes conclusions. En primer lloc, està demostrat que per a provocar el procés de la fermentació no es necessita un aparell tan complicat com el que constitueix la cèl·lula de llevat. Com a suport de la acció fermentativa, s'ha de considerar més bé una substància dissolta, sens dubte una proteïna, a la que denominem *zymasa*». (Cordón, 1997).

Bibliografia

- ALSINA, J. (1986), *Aristóteles. De la Filosofía a la Ciencia*, Barcelona, Montesinos.
- BROCK, H. (1997), *Justus von Liebig. The chemical gatekeeper*, Cambridge, Cambridge University Press.
- CORDÓN, F. (1997), *Historia de la Bioquímica*, Madrid, Compañía Literaria.
- DUBOS, R. (1995), *Louis Pasteur. Franc-tireur de la science*, París, Éditions la Découverte.
- MANCHESTER, K. L. (1995), *Louis Pasteur (1822-1895) chance and the prepared mind*, Trends in Biotechnology, 13, p. 511-515.
- MUNICIO, A. M. (1985), «Antes y después de la Bioquímica». A: *Historia de la Bioquímica*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- PARÉS, R. (1994), «La Biología de Aristóteles y su entorno en la antigüedad clásica». A: CASADESÚS, J.; RUIZ BERRAQUERO, F. (ed), *Descifrar la vida*, Universidad de Sevilla.

REGIMEN QUARTANE ATRIBUÏT A ARNAU DE VILANOVA, UN *CONSILIUM* POLÈMIC¹

Sebastià Giralt

IES Alella

Paraules clau: *consilium*, *Arnau de Vilanova*, *febre quartana*, *sanadors sense llicència*.

The *Regimen quartane* attributed to Arnau de Vilanova: a polemical *consilium*

Summary: *Among the medical consilia attributed to the Catalan physician Arnau de Vilanova (c. 1240-1311) there is the Regimen quartane, in which the author indicates an individualized treatment for a sufferer from quartan fever with the characteristic means of medieval galenism: bleeding, medicines and diet. It also includes a theoretical line of argument in defense of the therapeutics prescribed by him, because the author holds harsh polemics with other practitioners, probably unlicensed, in order to convince the addressee of this consilium to follow his own advice and to reject that of his rivals.*

Key words: *consilium*, *Arnau de Vilanova*, *quartan fever*, *unlicensed practitioners*.

El *Regimen quartane*, un opuscle de dubtosa atribució a Arnau de Vilanova, pertany dins la literatura mèdica medieval al gènere del *consilium*, definit com un text que exposa un tractament mèdic redactat a petició d'algú per a un cas individual (Agrimi, Crisciani, 1994: 18-19). Aquest escrit dona una terapèutica completa per a un malalt de febre quartana i va dirigit a un eclesiàstic, segons es desprèn de les fórmules de tractament amb què s'adreça en segona persona al destinatari —»pater», «clemens pater»—, diferent del pacient, al qual l'autor es refereix sempre en tercera persona. Per tant seria un *consilium* destinat a un alt eclesiàstic que deu haver demanat consell a l'autor sobre la malaltia d'una persona que té al seu càrrec. A l'entorn del malalt hi deuen haver altres sanadors, que proposen tractaments alternatius, puix que l'autor entra en una llarga i virulenta polèmica contra els qui *anomena usurpadors del llenguatge dels metges* i exhorta el destinatari a no fer-ne cas.

1. El text d'aquesta comunicació està adaptat d'una part d'un treball de recerca més ampli titulat «Els *consilia* atribuïts a Arnau de Vilanova: el *Regimen quartane*», presentat al CEHIC de la Universitat Autònoma de Barcelona, on ofereixo una edició crítica d'aquesta obra a partir dels dos testimonis conservats: el text imprès a les *Opera* d'Arnau (1504: ff. 247vb-248vb) i el transmès per un manuscrit de la Biblioteca Vaticana (Pal. Lat. 1180, ff. 181v-185v). Voldria agrair a Jon Arrizabalaga i a José Martínez Gázquez el seu ajut, així com dedicar la present comunicació a la memòria de Luis García Ballester.

El *Regimen quartane* manca de la primera part de què consten molts *consilia*, el *casus* o descripció del pacient i de la malaltia, si bé aquesta absència és freqüent, sobretot durant el primer període d'aquest gènere. En el *Regimen quartane*, com en el de dos altres *consilia* atribuïts a Arnau de Vilanova, el *Regimen podagre* i la *Cura febris ethice*, en els qual es veu també que el text comença directament per la part terapèutica o *cura*, aquest tret és un senyal de la immediatesa de l'escrit respecte a l'acte professional, és a dir, de l'enfocament dirigit a la curació d'un malalt concret per part de l'autor. Tal impressió es veu reforçada per l'estil poc acurat de la redacció, la falta absoluta o la rara utilització de les autoritats i la individualització del tractament al malalt concret. Tanmateix en el *Regimen quartane* sí que es donen algunes —però poques— referències a autoritats i hi ha molt més recurs a la doctrina que no pas als dos altres *consilia* d'Arnau. Per explicar aquestes diferències no cal recórrer per força a la possibilitat d'una atribució espúria, sinó que n'hi ha prou amb destacar l'especificitat de la situació en la qual l'autor ha de defensar el seu tractament davant la competència d'altres metges.

El *Regimen quartane* presenta una notable peculiaritat en la seva estructura en tant que *cura*. En efecte, les parts terapèutiques dels *consilia* exposen primer les mesures dietètiques i a continuació les farmacològiques, per acabar amb les quirúrgiques si és que en calen. En canvi al *Regimen quartane* és al revés: primer van els remeis medicinals, després s'exposa la defensa de la fonamentació teòrica del tractament i, finalment, el règim. Tanmateix les indicacions per a la flebotomia són al davant de tot. No pareix que la flebotomia tingui una posició predeterminada dins l'esquema dels *consilia*, puix que al *Regimen podagre* va entre la dieta i les medecines. La flebotomia no és, doncs, considerada ni cirurgia ni dieta, tot i que implica la intervenció quirúrgica i és vista com una evacuació dels humors. Però el fet és que des d'Avicenna passa de l'àmbit del cirurgia al del metge. Per tant, es comprèn que tingui un rang específic i no sigui clar en quina part del *consilium* s'ha d'incloure (cf. Gil-Sotres, 1988: 11-15).

El contingut del *Regimen quartane* es pot dividir en diverses parts.

I. A manera de pròleg, l'escrit comença, en el to polèmic que reprendrà després, amb un advertiment sobre els perills de la febre quartana, la qual pot ser benigna si es combat segons els preceptes de la medicina racional. Però si se segueixen altres criteris, com els de la medicina de «persones ignorants i vulgars», els riscos són múltiples i greus, ja que sol produir-se un atac greu i la transformació de la febre quartana en contínua. Altres perills són l'augment de les quartanes i transformació en una quartana composta i la multiplicació dels apostemes cancerosos fins a transformar-se en lepra (cf. Bernard, I, 6, f. 27).

II. La primera mesura terapèutica que es prescriu és la sagnia immediata. Les indicacions són precises: dia, hora, vena que s'ha d'obrir, quantitat de sang a extreure i forma del tall. Tot seguit justifica aquesta intervenció no sols invocant unes autoritats indeterminades, sinó també proporcionant-ne l'explicació racional: primerament, com que la quartana que pateix el pacient és sobretot provocada per l'adustió de la sang, cal que la sang es mogui, per evitar ser cremada. Alhora la sagnia té altres efectes: tempera el fervor de la matèria, equilibra la discràsia del cos i tempera els esperits i la calor innata.

III. La part del *consilium* destinada als fàrmacs es pot dividir en tres seccions, de les quals la primera especifica la composició de les quatre medicines prescrites per l'autor al malalt: un xarop digestiu per corregir la matèria de la mala qualitat i preparar-la per a l'expulsió, un apòzema laxant, un electuari també digestiu i un emplastre per a l'estómac.

IV. En segon lloc l'autor indica en quina quantitat, en quin moment i de quina manera convé servir-se dels medicaments receptats. Assenyala també que, si el xarop li fa fàstic al pacient, pot utilitzar al seu lloc sèrum de cabra, en les condicions que explica. Així mateix adverteix que, quan s'hagin administrat les medecines i la matèria sembli haver estat evacuada, és convenient prendre banys, i especifica com han de ser.

V. La justificació dels medicaments, en què s'exposen els efectes i els beneficis que provoca cadascun d'ells, no és gaire habitual en altres *consilia*, i la seva presència es deu sens dubte a la necessitat de l'autor de convèncer el seu interlocutor que el seu tractament és el millor. Les funcions del xarop digestiu són humitejar i atemperar la calor que crema l'humor provocador de la febre i equilibrar la discràsia febril, netejar la sang, contenir la còlera, rectificar tots els membres. L'apòzema digestiu, a més, evacua l'humor que causa la febre, aclareix l'esperit i la calor natural i, en conseqüència, afavoreix l'alegria. Al seu torn, l'electuari reforça tots els membres principals, fa créixer la calor i l'esperit, i també la joia. Finalment, l'emplastre col·locat sobre l'estómac afecta només aquest membre: estimula la gana, millora la digestió i enforteix l'estómac.

VI. La part polèmica va adreçada a advertir el destinatari del *consilium* enfront certs errors possibles en el tractament de la quartana. L'autor arremet principalment contra els enganys d'altres metges o pretesos metges que defensen que la quartana s'ha de deixar al seu curs: d'aquesta manera semblen fer cessar la febre sense evacuar la matèria humoral pecant i, per tant, sense eliminar-ne la causa. Tan sols en dissimulen els efectes amb medecines narcòtiques i estíptiques que engrosseixen i obstrueixen l'humor (cf. Bernard, I, 6, f. 27). L'autor posa en evidència els perills que se'n deriven: quan cessen les propietats d'aquests medicaments, la matèria no triga gaire a multiplicar la seva quantitat i la seva mala qualitat; si va al cervell, provoca alienació maníaca de la ment o malenconia; al cor, tremolor de cor mortal; al fetge, hidropesia,² o si s'escampa per tot el cos, icterícia negra. A l'actuació d'aquests sanadors l'autor contraposa la medicina que es guia per la raó i no pas pels sentits, en la seva pròpia definició d'art mèdica, «la que dóna un tractament determinat i específic a una disposició determinada i específica del cos». Per contra la medicina racional ha de cercar l'eliminació de la causa de la febre. Aquests metges «ignorants» propugnen la necessitat d'augmentar la sang en comptes de disminuir-la, sense tenir en compte que hi ha quatre classes de febre quartana, segons quin dels quatre humors pateix l'adustió —la sang, la còlera, la flegma o la malenconia— cadascun dels quals necessita un tractament propi.³ La quartana a la qual es refereix el *consilium* és provocada per l'adustió de la sang i la còlera, dos humors calents, i la matèria que procedeix de la seva adustió és calenta i seca. Per tant, cal administrar en part coses fredes i humides per equilibrar la mala complexió del malalt. Sense adornar-se de la contradicció en

2. Cf. Avicenna, IV, 1, 2, 60, f. 321rb; Bernard, I, 6, f. 27. En canvi Isaac Israeli (14, f. 224va) alerta sobre el perill que una alimentació massa escassa «faciat mutare patientem ad ethicam et phtyisim».

3. Els noms de les quatre classes de quartana no són esmentats al *Regimen quartane*, però sí per altres autors. De fet, els quatre tipus provocats per l'adustió d'un dels quatre humors correspondrien a l'anomenada *quartana no vera*, puix que la quartana vera prové tan sols de la multiplicació i la putrefacció de la malenconia natural (cf. Avicenna, IV, 1, 2, 60, f. 321rb; Bernard, I, 6, ff. 25-26). Molt sovint les autoritats mèdiques donen una terapèutica diferent per a cada mena de quartana (cf. Isaac Israeli, 14, f. 224v, a més dels passatges acabats de citar). La relació de la quartana amb la malenconia es remunta al corpus hipocràtic, on es troba la suposició que aquesta febre és causada per la bilis negra.

què cauen, el metges «ignorants» prescriuen aquests aliments freds. Per contra, hi altres professionals mèdics que s'equivoquen perquè propugnen subministrar únicament coses calentes per contrarestar la fredor de la malenconia natural, creient que aquest humor fred provoca totes les quartanes. Finalment l'autor demana al destinatari del *consilium* paciència i confiança en el seu tractament, car malgrat que la febre sembli aguditzar-se, això en realitat és indicatiu de la imminència de la crisi i de la fi de la malaltia.

VII. La dieta, entesa en sentit ampli com a règim de vida, segueix l'esquema de les *res non naturales*, de les quals solament omet la primera: l'ambient que envolta el malalt (habitatge, clima, aire...). La resta, excepte una, segueix l'ordre canònic establert pel *Pantegni*, d'Alí Abbas. Amb aquesta alteració l'ordenació dels diversos àmbits coincideix amb la importància que sembla tenir cadascun d'ells per a la guarició de la febre quartana. Així, passa a primer lloc, en comptes del moviment i el repòs, l'alimentació, apartat al qual es dedica més espai, i amb molta diferència de la resta, com és habitual als règims de la tradició hipocratico-galènica, i que dóna idea de la varietat i la capacitat econòmica de les classes benestants. Va passant revista amb detall a les diverses classes d'aliments per mostrar quins són beneficiosos i quins perjudicials per al malalt de quartana. A continuació es donen dues mesures per combatre la quartana referents a sengles *res naturales* més, l'exercici físic i el son. El bany, aparellat com a regla general amb l'activitat física, ha estat ja tractat a la quarta part. Finalment, les dues darreres normes saludables sobre l'evacuació del ventre i els accidents de l'ànima podrien aplicar-se a qualsevol persona malalta o sana, i no tenen una relació directa amb la quartana. De tota manera la preocupació que mostra l'autor a afavorir el benestar anímic del pacient es veu reflectida en els efectes cercats amb l'apòzema i l'electuari que li ha receptat.

Ja s'ha vist que el *Regimen quartane* inclou una intenció polèmica contra certs sanadors a qui l'autor al·ludeix amb un seguit de qualificacions despectives: «persones ignorants i vulgars», «usurpadors del llenguatge dels metges», «experimentadors inexperts», «fills de la ignorància»... Qui poden ser aquests professionals, blanc dels impropis del nostre autor? És difícil respondre aquesta pregunta només a partir de la molt imprecisa informació que dóna el text. Tanmateix, s'hi troben alguns indicis que permeten fer-se una idea, si no absolutament provada, almenys sí versemblant. Fa la impressió que tals «ignorants» competeixen amb l'autor davant l'eclesiàstic destinatari del *consilium*, si atenem a l'exhortació que li fa el nostre metge a no deixar-se enganyar per les seves «concessions enganyoses i obres fal·laces». És molt probable, doncs, que l'alt eclesiàstic hagi cridat al voltant de la persona malalta objecte de la seva preocupació altres professionals sanitaris que proposen un o més tractaments diferents al prescrit a la present obra, al qual s'oposen. En aquesta situació, el *Regimen quartane* no respon sols a la finalitat, pròpia del gènere consiliari, d'ordenar per escrit una terapèutica completa i detallada que les persones de l'entorn del pacient puguin aplicar-li, sinó també de convèncer el seu receptor que tal cura és l'única eficaç i que les altres impliquen greus perills per al malalt.

Arribats a aquesta conclusió sobre la relació entre l'autor i els altres pràctics de la medicina al·ludits al present *consilium*, hom s'ha de preguntar si hi ha, a més, cap indicatiu per esbrinar quina classe de professionals sanitaris poden ser. Si tornem als desqualificatius amb els quals s'hi refereix el nostre autor, veurem que tots fan referència a la baixa condició social, la ignorància, i la manca de la condició de metge. D'altra banda els arguments amb els quals l'autor defensa el seu tractament i ataca el dels seus rivals es recolzen de manera reiterada en la medicina racional i en la desconfiança de la «via dels sentits». A més a més, la doc-

trina del *Regimen quartane* i els remeis que proposa són coherents amb el galenisme medieval, tal com s'ha vist en comparar-los amb obres dels seus principals autors. A la vista de tot això no és desenraonat pensar que els rivals del nostre metge fossin pràctics no universitaris.

La implantació, sobretot a partir del segle XIII, d'una medicina racional d'arrel grecoràbiga recuperada per les traduccions i estesa gràcies a la seva incorporació a la universitat, es va produir de manera progressiva, i durant l'edat mitjana mai no va arribar ni tan sols a reduir significativament l'avantatge numèric dels sanadors de formació no reglada. Els intents de les institucions noves o reforçades —facultats, gremis, municipis, estat— per sotmetre la sanitat al seu control amb la imposició del model de professional universitari, no van poder reeixir, no solament per les dificultats econòmiques i socials de la majoria no privilegiada per accedir als seus serveis, o per l'exigu percentatge de metges i cirurgians reglats enfront dels que no ho són, sinó també pels fracassos en les expectatives dels malalts de guarir-se, que menaven les persones de les classes benestants a provar sort amb tota mena de sanadors. Per tant, tot i la tendència dels sanadors no universitaris a atendre la població amb pocs recursos, es documenten també nombrosos casos de competència directa amb metges o cirurgians provistos de titulació acadèmica, fins i tot a l'entorn de pacients pertanyents als estaments més elevats. Així, Lanfranco explica que, en una ocasió, la mare d'un jove que s'havia fet un greu tall al braç va rebutjar el tractament que ell li va aconsellar i va acudir a un pràctic no universitari. Fins que el xicot no es va trobar a les portes de la mort el pràctic no va abandonar la seva cura per realitzar, sota la guia d'un altre metge universitari, la intervenció recomanada per Lanfranco (Siraisi 1990: 172). Fins i tot en ciutats com Montpeller i París, on la implantació de la medicina escolàstica era més elevada per la força de les seves facultats, i on s'havien promulgat disposicions legals contra els sanadors que actuaven sense autorització de la universitat, —a Montpeller des de 1239 i a París des de 1271, pel cap baix—, les autoritats no van poder eradicar la pràctica mèdica no reglada malgrat els continus esforços en aquest sentit i les condemnes aplicades a molts d'aquests professionals. Un judici que va tenir lloc a París el 1322, i va acabar amb la sentència de prohibició d'exercir la medicina sota pena d'excomunió contra diversos homes i dones acusats de practicar il·legalment la medicina, suggereix que era relativament freqüent acudir a sanadors no universitaris quan la medicina escolàstica no havia aconseguit guarir el malalt. Una de les condemnades s'anomenava Jacqueline Félicie de Almanya i, al llarg del procés, diversos testimonis de diferents classes socials van declarar que havien acudit a demanar-li assistència mèdica després d'haver estat visitats sense èxit per metges, alguns d'ells eminents, i en canvi l'acusada els havia guarit amb pocions, herbes i altres remeis. Com podria haver passat amb els sanadors denostats pel *Regimen quartane*, una de les pacients visitada per Jacqueline mentre era atesa per altres metges va rebutjar el seu tractament i, d'altra banda, la manera de procedir de la sanadora i la seva relació amb alguns mestres en medicina porten a la conclusió, refermada per l'evidència d'altres exemples, que professionals sanitaris sense formació acadèmica podien oferir una actuació més o menys pròxima a la dels universitaris i que, fins i tot, podria produir-se influència en tots dos sentits. En efecte, l'àmplia difusió dels llibres mèdics suggereix que els nous sabers al voltant de la salut van passar a ser assimilats en graus diversos pels pràctics sanitaris sense llicència, que no tan sols podien tenir una relació de competència amb els metges escolàstics, sinó sovint també de col·laboració.⁴

4. Al llarg de Kibre (1953) hi ha altres exemples dels conflictes produïts a París durant els segles XIV i XV

Un exemple que sembla presentar paral·lelismes amb el del *Regimen quartane*, malgrat la llunyania en el temps, és el de la mort del cardenal Bartomeu Martí l'any 1500 a Roma, a causa del mal francès. Els valencians Pere Pintor i Gaspar Torrella, arquiatsres d'Alexandre VI Borja, donaven la culpa de la mort a dos unguents amb un excés de mercuri proporcionats per un sanador portuguès —desprovist aparentment de qualificació professional. Tot i els advertiments de diversos metges, inclòs Pintor, el cardenal se'ls va aplicar sense mesura amb la intenció d'aplacar els seus intensos dolors. El mercuri produïa segons Pintor un efecte narcòtic inicial, després del qual els dolors augmentaven. Als seus escrits ambdós metges polemitzen entre si, però coincideixen a arremetre contra els pràctics no qualificats amb els mateixos termes que l'autor del *Regimen quartane* —«la gent vulgar i els inexperts» (Pintor), «ignorants, impostors i estafadors» (Torrella)—, en contrast amb la pràctica de la medicina racional, coneixedora de les mesures per atenuar el perill que comporten els preparats mercurials (Arrizabalaga, 1996).

No ha d'estranyar que, si bé probablement practicants d'una medicina empírica, els rivals del nostre autor manegin conceptes propis del galenisme, com la teoria dels humors i de les qualitats, segons es desprèn de l'argumentació rebatuda al *Regimen quartane*. Cal tenir en compte que els pressupòsits de la filosofia natural i la medicina escolàstica es van estendre més enllà dels cercles professionals formats a les universitats.

Si es confirmés la procedència montpellerina del *Regimen quartane*, els pràctics sanitaris que ataca podrien estar relacionats amb el corrent empirista i antiintel·lectual de forta implantació al Montpeller d'almenys els darrers anys del segle XIII, corrent al qual Arnau retreu el seu rebuig a qualsevol regla racional i a l'estudi de Galè i Hipòcrates (*AVOMO*, IV: 133; García Ballester, 1982: 107-112).

El *Regimen quartane* podria ser, per tant, una mostra més de la rivalitat entre els metges universitaris i els practicants empírics, sobretot per obtenir els serveis prestats als estaments benestants, els quals anirien optant cada cop més per la medicina culta. Una vegada més, doncs, el *consilium* és el gènere que ens apropa de manera més directa a la pràctica quotidiana i a l'entorn social de la medicina baixmedieval.

Bibliografia i Fonts

Fonts

- ARNAU DE VILANOVA (1504), *Hec sunt opera...*, Lió.
 ARNAU DE VILANOVA (1988), *Tractatus de considerationibus operis medicine sive de flebotomia*, *AVOMO*, IV, Barcelona, edició de L. E. Demaitre.
 AVICENNA (1527), *Liber canonis medicine*, Venècia.
 BERNARD DE GORDON (1559), *Lilium medicinae*, Lió.
 ISAAC ISRAELI (1515), *Omnia opera*, Lió.

respecte de diferents tipus d'activitats sanitàries il·legals. Sobre Jacqueline Félicie es pot veure també Cabré, Salmón (1999). Exemples de recerca d'assistència en sanadors no cultes després del fracàs de metges universitaris per part de les dinasties reials catalanoaragoneses són esmentats per Cardoner (1973: 109-110). Sobre els diversos tipus de professionals mèdics, especialment als regnes hispànics vegeu García Ballester (1994), McVaugh (1993: 108-112, 162-165) i Perarnau (1982).

Bibliografia secundària

- AGRIMI, J., CRISCIANI, C. (1994), *Les consilia médicaux*, Turnhout.
- ARRIZABALAGA, J. (1992), «Práctica y teoría en la medicina universitaria de finales del siglo XV: el tratamiento del mal francés en la corte papal de Alejandro VI Borgia», *Arbor*, 153, 127-160.
- Cabré, M., Salmón, F. (1999), «Poder académico versus autoridad femenina: la Facultad de Medicina de París contra Jacoba Félicíe (1322)», *Dynamis*, 19, 55-78.
- CARDONER, A. (1973), *Història de la medicina a la corona d'Aragó (1162-1479)*, Barcelona.
- GARCÍA BALLESTER, L. (1982), «Arnau de Vilanova (c. 1240-1311) y la reforma de los estudios médicos en Montpellier (1309): El Hipócrates latino y la introducción del nuevo Galeno», *Dynamis*, 2, 97-158.
- GARCÍA BALLESTER, L. (1994), «La medicina». A: JOVER, J. M. (dir.), *Historia de España Menéndez Pidal, XVI: La época del gótico en la cultura española (c. 1220-c. 1480?)*, Madrid, 595-656.
- GIL-SOTRES, P. (1988), «Introducción», *AVOMO*, IV, 7-120.
- KIBRE, P. (1953), «The Faculty of Medicine at Paris, Charlatanism and Unlicensed Medical Practices in the Later Middle Ages», *Bulletin of the History of Medicine*, 27, 1-20.
- Perarnau, J. (1982), «Activitats i fórmules supersticioses de guarició a Catalunya en la primera meitat del segle XIV», *Arxiu de textos catalans antics*, 1, 47-78.
- SIRAJI, N. G. (1990), *Medieval and early Renaissance Medicine. An Introduction to Knowledge and Practice*, Chicago.

LLIBRES DE TEXT I INNOVACIÓ CIENTÍFICA. EL CAS DE LES AFINITATS QUÍMIQUES A PRINCIPIS DEL SEGLE XIX

Pere Grapí i Vilumara

Centre d'Estudis d'Història de les Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona.

Paraules clau: *llibres de text, Berthollet, Fourcroy, afinitats químiques*

Textbooks and scientific innovation. The case of chemical affinities at the beginning of the nineteenth century.

Summary: *After Lavoisier's execution, the leading French chemists were Antoine-François Fourcroy (1755-1809), Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) and Claude-Louis Berthollet (1748-1822). At the beginning of the nineteenth century Berthollet introduced a new conception of chemical change that challenged the theory of elective affinities which had dominated chemistry for nearly one hundred years. Berthollet's new affinities raised controversy among chemists and had to coexist with the firmly established theory of elective affinities. Apart from the public debate in research articles, Berthollet's affinities also had to compete with the influence of Fourcroy and his school in the textbook market. This communication seeks to assess to what extent French textbooks published at the beginning of the nineteenth century were committed to Berthollet's innovation, and how they contributed to its marginalization.*

Key words: *textbooks, Berthollet, Fourcroy, chemical affinities*

1. Introducció

Els articles de recerca publicats en una revista científica són sovint el vehicle més idoni per assumir una determinada innovació per part d'aquells que no han estat directament implicats en el seu desenvolupament. Això és així perquè les revistes científiques, a diferència dels llibres de text, són eines pensades per proporcionar novetats. Per altra part, els llibres de text i els textos científics solen ser el medi més adient per instruir aquells que s'endinsen per primera vegada en una disciplina. El tipus de coneixement científic que els llibres de text propaguen ha estat descrit per Thomas Kuhn en indicar que aquests textos incorporen i expliquen allò que la comunitat científica ha assumit com el seu cos de coneixements (Kuhn, 1962: 10, 47). Recentment, l'historiador John Brooke ha proposat arguments força convincents a l'hora de considerar l'estudi dels llibres de text, en relació a la comunicació dels coneixements.

ments científics, com un camp de la història de les ciències ple de reptes i de recompenses (Brooke, 2000).

2. Berthollet: les noves afinitats químiques i la seva textualització

A començaments del segle XIX el químic francès Claude-Louis Berthollet va presentar una innovació que va trasbalsar el món de la química. Berthollet va proposar una teoria alternativa del canvi químic que suposava un repte a la concepció tradicional fonamentada en la teoria de les afinitats electives, en voga des de començaments del segle XVIII. Aquest és un episodi de la revolució química que llevat, d'alguna notable excepció (em refereixo, sobretot, a la historiadora francesa Michelle Goupil), no ha despertat massa recerca. La figura i l'obra de Lavoisier —especialment la seva teoria de l'oxigen-calòric aplicada a la combustió, a la calcinació dels metalls i a la respiració— han monopolitzat en els darrers anys bona part dels estudis sobre la revolució química, deixant de banda altres aspectes i protagonistes d'aquest episodi. Els resultats que es presenten pretenen ser una contribució a l'estudi d'altres perspectives i personatges que varen constituir allò que el mateix Lavoisier va qualificar com una «comunitat d'opinions» en la química de finals del segle XVIII a França (Lavoisier, 1789: I, XXVIII). Es coneix molt poc sobre la difusió de les idees de Berthollet a través dels llibres de text; és per això que el propòsit d'aquest estudi ha estat establir en quina extensió els llibres de text francesos publicats el primer quart del segle XIX varen reflectir un dels canvis conceptuals més profunds en la química i, al mateix temps, valorar la seva contribució a allò que es pot designar com la marginalització de les afinitats de Berthollet.

El sistema de les afinitats de Berthollet es va disseminar i publicar entre els anys 1794 i 1803. Aquest procés va estar íntimament vinculat a dos esdeveniments importants: els cursos de química de l'*École Normale* de l'any III i l'expedició de Napoleó Bonaparte a Egipte. L'exposició que Berthollet va fer sobre les afinitats químiques en aquells cursos i la seva subseqüent publicació a les *Séances* (Berthollet, 1795-1797) varen marcar tant el principi de la fi del sistema de les afinitats electives com l'establiment del seu propi sistema, ja del tot consolidat després de la publicació, el 1803, del seu text *Essai de Statique Chimique* (Berthollet, 1803). Entre aquestes dues publicacions, Berthollet va construir i assimilar la teoria de les noves afinitats químiques. Berthollet va llegir les seves primeres memòries al respecte — les *Recherches sur les Lois de l'Affinité*— a l'*Institut de France* a finals del 1799, i les va publicar a partir del 1800 en els *Annales de chimie* (Berthollet, 1801). Les seves idees ja definitives sobre les afinitats químiques varen aparèixer en el *Essai* quan el debat sobre el seu sistema estava tot just començant. El fet de presentar una nova teoria com a definitiva només tres anys després d'haver-se fet pública, va suposar una demanda intel·lectual potser excessiva per a molts químics. De fet, Berthollet va fer servir l'*Essai* per publicar unes memòries de recerca en un text científic, en comptes de publicar-les com a articles en els *Annales de chimie*. Un text científic proporciona sempre una perspectiva més consolidada sobre un tema que un article de recerca en una revista científica; és per això que la prematura publicació de l'*Essai* probablement va fer minvar les oportunitats d'adaptació dels químics a les noves afinitats. De fet, la teoria de les afinitats electives es va abandonar sense arribar a ser substituïda satisfactòriament per cap altra.

3. Fourcroy i els seus textos: el lideratge de les afinitats electives en l'ensenyament de la química

L'historiador Maurice Crosland ha assenyalat que qualsevol avaluació sobre la ciència a França a principis del segle XIX no pot deixar de banda l'existència de dos grups o escoles: una formada a l'entorn de Berthollet i Laplace en l'autoanomenada *Société d'Arcueil* i una altra constituïda al *Muséum d'Histoire Naturelle* sota la protecció de Fourcroy. El grup d'Arcueil es dedicava a l'experimentació i discussió de problemes amb una aproximació físico-química i el grup de Fourcroy tractava la química com una disciplina aliada amb la farmàcia, la història natural i la medicina (Crosland, 1967: 221-223)

Antoine-François Fourcroy era, conjuntament amb Guyton de Morveau i Berthollet, un dels químics capdavanters a França després de la mort de Lavoisier. A partir del 1786, Fourcroy es va proposar establir un programa per organitzar l'ensenyament de la química. Entre el 1786 i el 1789, en la segona i tercera edicions del seu llibre de text *Éléments d'Histoire Naturelle et de Chimie* (Fourcroy, 1782), insistia en la necessitat de disposar d'un projecte per simplificar l'ensenyament de la química i fer-la més accessible als principiants. La primera fase d'aquest projecte la va dur a terme entre el 1792 i el 1797, tot coincidint amb les dues primeres edicions del seu altre llibre de text, *Philosophie Chimique* (Fourcroy, 1792): un text molt popular entre els principiants i recomanat als estudiants de primer any de l'*École Polytechnique*. La visió axiomàtica de la química que proporcionava el text va esdevenir la base per a l'organització de la disciplina que Fourcroy va presentar, com a segona fase del seu projecte, en els *Tableaux Sinoptiques de Chimie* (Fourcroy, 1800). Fourcroy va compondre les dotze taules d'aquest *Tableaux* prenent la complexitat de la composició de les substàncies com a criteri per a la seva classificació, i l'afinitat química com la propietat que permetia la definició de cada classe i la seva interrelació. Fourcroy va escriure els *Tableaux* a partir de les seves classes a l'*École de Médecine* de París, pensant tant en els estudiants que s'iniciaven en la química com en els professors de les escoles centrals que l'havien d'explicar per primera vegada. El 1806, vint anys després d'aquella idea inicial, Fourcroy va presentar la versió definitiva dels seu projecte en la darrera edició de *Philosophie chimique*. En aquest programa per al ensenyament de la química, les afinitats electives n'eren l'eix vertebrador, constituïen el model per explicar els fenòmens naturals i apareixien en les operacions de les arts químiques.

Fourcroy va compaginar la seva dedicació a la química amb la seva predisposició per a la política. La carrera política de Fourcroy va arribar als seus punts culminants el 1802 amb la presentació d'un projecte per a una reforma total del sistema educatiu, i el 1808 amb la implementació de la llei que organitzava la nova *Université Impériale* de l'era napoleònica. De la mateixa manera que la seva experiència en el terreny de la política va ser d'ajut a l'hora d'elaborar el seu projecte per a l'ensenyament de la química, també la seva concepció dels fenòmens químics va influir en la seva visió del nou sistema educatiu. La seva noció d'un canvi químic regulat per unes afinitats que s'acobraven per formar noves substàncies, estava latent en la seva idea de l'altre canvi que l'acció conjunta dels diversos establiments de la nova universitat podien procurar en els estudiants, per així proporcionar ciutadans útils per a la nació (Fourcroy, 1881). D'aquesta manera, es pot afirmar que el projecte de Fourcroy per organitzar l'ensenyament de la química va estar involucrat en el procés social i polític que va conduir a l'establiment d'un sistema d'educació nacional a França. És en aquest context, doncs, on cal entendre la supremacia de l'escola de Fourcroy i el de les afinitats electives en l'ensenyament de la química.

Els textos escrits per Fourcroy, els més utilitzats en l'ensenyament de la química fins a l'aparició del *Traité de Chimie* de Thenard, el 1813, reflectien decididament la seva creença en la teoria de les afinitats electives. Així, els seus *Éléments* presentaven una perspectiva de la química en què les afinitats electives exercien un paper clau en la interpretació del canvi químic. El text incloïa unes lleis de l'afinitat que regulaven la seva acció, i que amb el suport de les taules d'afinitat i els diagrames figuratius acreditaven visualment els canvis químics. Aquesta presentació de les afinitats químiques va tenir la fortuna de formar part d'un text que havia estat escrit de nou per incorporar-hi la nova química de Lavoisier. Aquest fet va contribuir a l'èxit del llibre i indirectament va convertir les cinc edicions del text en un excel·lent vehicle per a la difusió de les afinitats electives. El diagrames figuratius (figura 1), pensats per explicar el mecanisme de les afinitats dobles i que contenien els noms de les substàncies expressats en la nova nomenclatura, es varen convertir en una bona ajuda visual tant per a la introducció de la nova nomenclatura com per a la difusió de la química de l'oxigen. A més a més, l'ús i l'acceptació de la nova nomenclatura en els diagrames va afavorir l'assimilació de les afinitats electives en què es fonamentaven. Aquesta demostració visual del potencial explicatiu dels diagrames de reacció va esdevenir força espectacular en el *Système des Connaissances Chimiques* que Fourcroy va escriure el 1800, una obra en deu volums que va constituir una veritable enciclopèdia de la química (Fourcroy, 1800). El nombre i el contingut de les lleis de les afinitats electives varen variar significativament en els textos de Fourcroy. Així els deu enunciats d'aquestes lleis apareguts en les *Leçons* es varen reduir a vuit en els *Éléments*. El 1787 Fourcroy va publicar el text *Principes de Chimie* (Fourcroy, 1787) com una versió resumida dels seus *Éléments*, en el que les lleis de l'afinitat quedaven reduïdes a quatre axiomes. Tant en els *Tableaux* com en les *Connaissances* la llista d'aquestes lleis va passar a ser de deu altra vegada. Finalment, Fourcroy va establir les nou lleis definitives sobre les afinitats en l'última versió de *Philosophie Chimique*.

Els textos de Fourcroy van esdevenir una referència obligatòria per altres textos que també presentaven una exposició favorable de les afinitats electives. Així, el text de Chaptal (1790), *Éléments de Chimie*, seguia l'esquema dels *Éléments* de Fourcroy. Tot i que Chaptal era un químic industrial poc interessat en els aspectes teòrics de la química, en l'última edició del seu text reconeixia el repte que la innovació de Berthollet aportava a les taules d'afinitat (Chaptal, 1803: I, 32). Els textos de Fourcroy i Chaptal també varen ser utilitzats en l'ensenyament de la química a les escoles centrals. No obstant això, aquests textos no varen resultar massa adequats per alumnes de 14 a 16 anys, i els llibres de text de física i de química es varen haver d'escriure de nou o bé reeditar-se en benefici d'aquests estudiants. Aquest va ser el cas dels textos de Bouillon-Lagrange (1798-1799) *Manuel d'un Cours de Chimie* i dels de Brisson (1800) *Traité Élémentaire ou Principes de Physique* i *Éléments ou Principes Physico-chimiques*, on es tractaven les afinitats químiques a la manera de Fourcroy i Chaptal. La variabilitat de les lleis de l'afinitat electiva d'un autor a un altre i d'un text a un altre (fins i tot escrit per un mateix autor) va ser un obstacle important per a la consolidació teòrica d'un sistema fermament establert i àmpliament acceptat en la pràctica de la química al segle XVIII. En aquest sentit, cal recordar que Lavoisier no va tractar el tema de les afinitats en el seu *Traité Élémentaire de Chimie* degut, precisament, a la manca de certesa i exactitud dels seus fonaments teòrics (Lavoisier, 1789: I, XIII-XIV).

Fourcroy i els seus seguidors varen exercir un control tàcit sobre l'ensenyament de

la química en ocupar places de professor a les institucions d'ensenyament superior més emblemàtiques. No obstant això, a mida que el segle avançava, algunes d'aquestes places varen passar a mans de químics vinculats al grup d'Arcueil. Així, Thenard va reemplaçar Vauquelin al *Collège de France* el 1804, Gay-Lussac al mateix Fourcroy el 1809 i Thenard a Guyton de Morveau el 1811 a l'*École Polytechnique*. Més endavant, el 1823, Orfila també reemplaçaria Vauquelin a la *Faculté de Médecine*

4. Les idees de Berthollet en el debat sobre la naturalesa del canvi químic

El debat entorn a les noves afinitats de Berthollet va tenir lloc entre els anys 1801 i 1817. Durant la primera meitat d'aquest període la innovació de Berthollet va començar a buscar el seu públic a través dels llibres de text. La primera edició del *Manuel* de Bouillon-Lagrange va ser el primer llibre de text que va presentar la llei de Berthollet sobre l'efecte de la quantitat de substància en una reacció. La innovació de Berthollet va guanyar terreny en les edicions posteriors. Així, la tercera edició del text presentava la seva llei com una veritable alternativa a les afinitats electives, fent explícita tant la inadequació de les taules d'afinitat com la incapacitat de la teoria de les afinitats electives per explicar la formació dels anomenats residus incristal·litzables. No obstant això, el text queia en la contradicció de presentar la llei de l'efecte de la quantitat de substància com una de les lleis de Fourcroy sobre les afinitats electives i, a la vegada, com una de les contribucions de la teoria de Berthollet.

Els *lycées* i els *collèges* es van fer càrrec de l'ensenyament secundari després de la creació de la *Université Impériale* el 1808. Aquest canvi va suposar, en primer lloc, la pèrdua de preeminència de les ciències en el currículum escolar a favor de continguts més literaris i, en segon lloc, la vinguda de nous llibres de text per atendre el nou currículum. Així, el text d'Haüy (1806), *Traité Élémentaire de Chimie*, i el d'Adet (1804), *Leçons Élémentaires de Chimie*, varen ser prescrits com a llibres de text per als *lycées*. Ambdós es pronunciaven favorablement sobre la llei de Berthollet relativa a l'efecte de la quantitat d'una substància en una reacció, sense esmentar, però, l'altra llei sobre l'efecte de repartiment. El text d'Adet, a més a més, introduïa, de forma senzilla però sense ambigüitats, altres aspectes de les noves idees de Berthollet sobre el canvi químic.

El nou model per a l'ensenyament superior implantat entre el 1806 i el 1811 va afavorir, sobretot, la formació d'experts professionals a les *grandes écoles*. Les Facultats de Ciències i de Lletres actuaven principalment com a centres examinadors per als estudiants dels *lycées* que es preparaven per obtenir els diplomes del *Baccalauréat ès Sciences* i del *Baccalauréat ès Lettres*. Després del decret de març de 1808, bona part de l'elit científica francesa va desembarcar a la Facultat de Ciències de París i, entre aquests, Louis-Jacques Thenard va fer-ho com a professor de química de la secció de ciències físiques.

Thenard es va formar en l'entorn de Fourcroy i Vauquelin, quan va arribar a París, amb la intenció de ser farmacèutic. Per tant, la seva formació inicial va estar vinculada a l'aproximació històriconatural de la química. No obstant això, a partir de 1804, Thenard va passar a formar part de la *Société d'Arcueil*, tot adquirint l'aproximació física a la disciplina tan característica d'aquesta institució. Entre el 1813 i el 1816, Thenard va publicar la primera de les sis edicions del seu *Traité de Chimie Élémentaire, Théorique et Pratique* (Thenard, 1813-1816). La química havia sofert avenços tan importants que els llibres de text més venerables

(com els de Fourcroy) havien perdut la seva utilitat per aquells que s'iniciaven en l'estudi de la ciència de moda.

Thenard criticava clarament en el seu text les afinitats electives de Bergman, tot desment-se de les taules d'afinitat com a meres taules de descomposició, i elogiant les idees de Berthollet en el seu intent de desbancar les afinitats electives. El *Traité* de Thenard, com altres llibres de text que esmentaven el sistema de Berthollet, acceptava la llei de l'acció química relativa a l'efecte de la quantitat de substància en una reacció, però ometia qualsevol referència a l'altra llei, la de l'efecte de repartiment. Aquesta absència era justificada per Thenard a partir de la incompatibilitat que suposava acceptar aquest efecte de repartiment i, a la vegada, la llei de les proporcions definides de combinació. És a dir, admetre l'efecte de repartiment hauria implicat un compromís amb les proporcions variables de combinació, la qual cosa suposava admetre també la incertesa de les anàlisis quantitatives.

No obstant això, la defensa que el text feia de les afinitats de Berthollet com a sistema interpretatiu del canvi químic, estava fora de qualsevol dubte. L'exhaustiva presentació que Thenard va fer de la teoria dels residus incristal·litzables de Berthollet en tractar el cas de l'acció recíproca entre sals es pot considerar com la part del *Traité* que més fermament defensava el sistema de Berthollet. En aquest sentit, el *Traité* de Thenard exposava les taules elaborades per Thomas Thomson el 1802 que recollien els resultats experimentals de Berthollet. Aquestes taules (figura 2) no eren, evidentment, la contrapartida a les taules de les afinitats electives, ja que no disposaven de valor predictiu. Tot al contrari, transmetien la idea que el resultat d'un canvi químic no estava predeterminat, sinó que depenia tant de les proporcions dels reactius com de les condicions experimentals. Aquest era el missatge visual de les afinitats de Berthollet que el *Traité* va fer sobreviure i pel qual se les va recordar per sempre més. Així doncs, Thenard i el seu *Traité* es poden considerar els responsables de què la conclusió de Berthollet sobre l'acció recíproca entre les sals es reconegués finalment com l'única llei de Berthollet.

L'èxit del *Traité* de Thenard va ser imitat per l'èxit del text d'Orfila (1817), *Éléments de Chimie*. El text va ser fruit, en bona part, de la dedicació d'Orfila als seus cursos privats per als estudiants de medicina i farmàcia entre el 1808 i el 1819. El tractament que Orfila va donar a les afinitats de Berthollet va ser bastant similar al de Thenard en el seu *Traité*, tot i que a partir de la setena edició de 1843 tan sols les conclusions de Berthollet sobre l'acció recíproca entre sals (és a dir, la «llei de Berthollet») romanien com a testimoni de tot el seu sistema de les afinitats químiques.

5. Conclusions

Els llibres de text de química a principis del segle XIX van contribuir significativament al debat sobre les afinitats de Berthollet. En contrast amb la doctrina de Kuhn, aquests llibres de text varen reflectir tant les anomalies més importants del sistema de les afinitats com les innovadores idees de Berthollet sobre el canvi químic. Al mateix temps, també varen recollir continguts que estaven en discussió i que no havien assolit encara el consens entre els practicants de la química. El debat sobre les idees de Berthollet en els articles de recerca i l'exposició d'aquestes en els llibres de text revelen com la seva conjectura sobre les proporcions variables de combinació va ser l'obstacle més important que va impedir la plena accep-

tació de les seves lleis de l'acció química. No obstant això, si es vol tenir una millor comprensió d'aquest rebuig cal considerar també la textualització que els llibres de text van fer de les afinitats de Berthollet.

La manera en què els llibres de text varen presentar les noves afinitats no va ser del tot fidel a les idees de Berthollet. A pesar que els textos publicats a partir de 1800 —i favorables a les afinitats electives— varen fer alguna referència a les afinitats de Berthollet, en el fons les van emascarar o adaptar a les lleis de les afinitats electives. Encara més, cap dels llibres de text compromesos amb les afinitats de Berthollet durant el primer quart del segle XIX va oferir una exposició completa dels seus sistemes; tots van negligir la llei de l'efecte de repartiment, i cap va acceptar la conjectura de les proporcions variables de combinació. El *Traité* de Thenard, sobretot, i els *Éléments* d'Orfila varen ser els textos de química per a l'ensenyament superior que més clarament varen fer costat al sistema de les afinitats de Berthollet, difonent allò que finalment quedaria resumit en una sola «llei de Berthollet».

Per últim, el control que Fourcroy i la seva escola varen exercir en moltes institucions d'ensenyament capdavanteres, les seves excel·lents virtuts com a ensenyant, la seva prolífica dedicació a escriure llibres de text, la influència d'aquests textos en altres autors, la seva activitat en el terreny de la política educativa i el seu projecte per a un ensenyament de la química en el context de l'establiment d'un sistema nacional d'educació, són factors que eixamplen la nostra comprensió sobre la prevalència de les afinitats electives en els llibres de text francesos fins al 1813. En aquest mateix context, es pot afirmar que la presentació de les afinitats de Berthollet va ser marginalitzada; és a dir, els llibres de text varen fixar la frontera més enllà de la qual el sistema de Berthollet no podia ser acceptat.

Bibliografia

- ADET, P. A. (1804), *Leçons Élémentaires de Chimie*, Paris, Dentu.
- BERTHOLLET, C. L. (1795-1797), *Séances des Écoles Normales Recueillies par des Sténographes et Revues par les Professeurs*, Paris, Imprimerie du Cercle Social, 8 vol.
- BERTHOLLET, C. L. (1801), «Recherches sur les lois de l'affinité», *Annales de Chimie*, 36 (302-317), 37 (151-181, 221-252), 38 (3-29, 113-134).
- BERTHOLLET, C. L. (1803), *Essai de Statique Chimique*, Paris, Firmin Didot, 2 vols.
- BOUILLON-LAGRANGE, E. J. B. (1798-1799), *Manuel d'un Cours de Chimie*, Paris, Bernard, 2 vol. (1801, 1802), Paris, Bernard, 3 vols. (1807), Paris, Klosterman, 3 vol.
- BRISSON, M. J. (1800), *Traité Élémentaire ou Principes de Physique*, Paris, Bossange, Masson et Besson, 3 vol.
- BRISSON, M. J. (1800), *Éléments ou Principes Physico-chimiques, destinés à servir de suite aux Principes de Physique*, Paris, Masson et Besson.
- BROOKE, J. H. (2000), «The study of chemical textbooks». A: LUNDGREN, A. i BENSUAUDEVINCENT, B. (ed.), *Communicating Chemistry. Textbooks and their Audiences, 1789-1939.*, Canton, Science History Publications.
- CHAPTAL, J. A. C. (1790), *Éléments de Chimie*, Montpellier, Picot, 3 vol. (1794), Paris, Détreville, 3 vol. (1796), Paris, Détreville, 4 vol. (1803), Paris, Détreville, 3 vol.
- CROSLAND, M. (1967), *The Society of Arcueil. A view of French Science at the Time of Napoleon*, Londres, Heinemann.

FOURCROY, A. F. (1782), *Leçons Élémentaires d'Histoire Naturelle et de Chimie*, Paris, Rue et Hôtel Serpente, 2 vol. (1786), *Éléments d'Histoire Naturelle et de Chimie*, Paris, Cuchet, 4 vol. (1789, 1791, 1793), Paris, Cuchet, 5 vol.

FOURCROY, A. F. (1792), *Philosophie Chimique ou Vérités Fondamentales de la Chimie Moderne*, Paris, Simon. (1794), Paris, Du Pont. (1806), Paris, Levrault Schoell.

FOURCROY, A. F. (1787), *Principes de Chimie*, Paris, Rue et Hôtel Serpente, 2 vol.

FOURCROY, A. F. (1800), *Tableaux Synoptiques de Chimie*, Paris, Badouin. (1805), Paris, Patris.

FOURCROY, A. F. (1800), *Système des Connaissances Chimiques, et de leurs Applications aux Phénomènes de la Nature et de l'Art*, Paris, Moutard, 10 vol.

FOURCROY, A. F. (1881), «Discours prononcé sur un projet de loi relatif à l'instruction publique». A: *L'Instruction Publique en France pendant la Révolution*, Paris, Didier. (1990), Paris, Klincksieck, 262.

HAÛY, R. J. (1806), *Traité Élémentaire de Physique*, Paris, Courcier, 2 vol. (1821), Paris, Huzard-Courcier, 2 vol.

KUHN, T. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press.

LAVOISIER, A. L. (1789), *Traité Élémentaire de Chimie*, Paris, Cuchet, 2 vol.

ORFILA, M. J. B. (1817), *Éléments de Chimie Médicale*, Paris, Crochard, 2 vol. (1819), *Éléments de Chimie Appliquée à la Médecine et aux Arts*, Paris, Crochard, 2 vol. (1824), Paris: Gabon et Crochard, 2 vol. (1828), Paris, Baillière, Gabon, Villeret et Crochard, 2 vol. (1831), Paris, Villeret et Crochard, 3 vol. (1835-1836), Paris, Crochard, 3 vol. (1843), *Éléments de Chimie*, Paris, Fortin et Masson, 3 vol. (1851), Paris, Labé, 3 vol.

THENARD, L. J. (1813-1816, 1817, 1821), *Traité de Chimie Élémentaire, Théorique et Pratique*, Paris, Crochard, 4 vol. (1824, 1827, 1834-1836), Paris, Crochard, 5 vol.

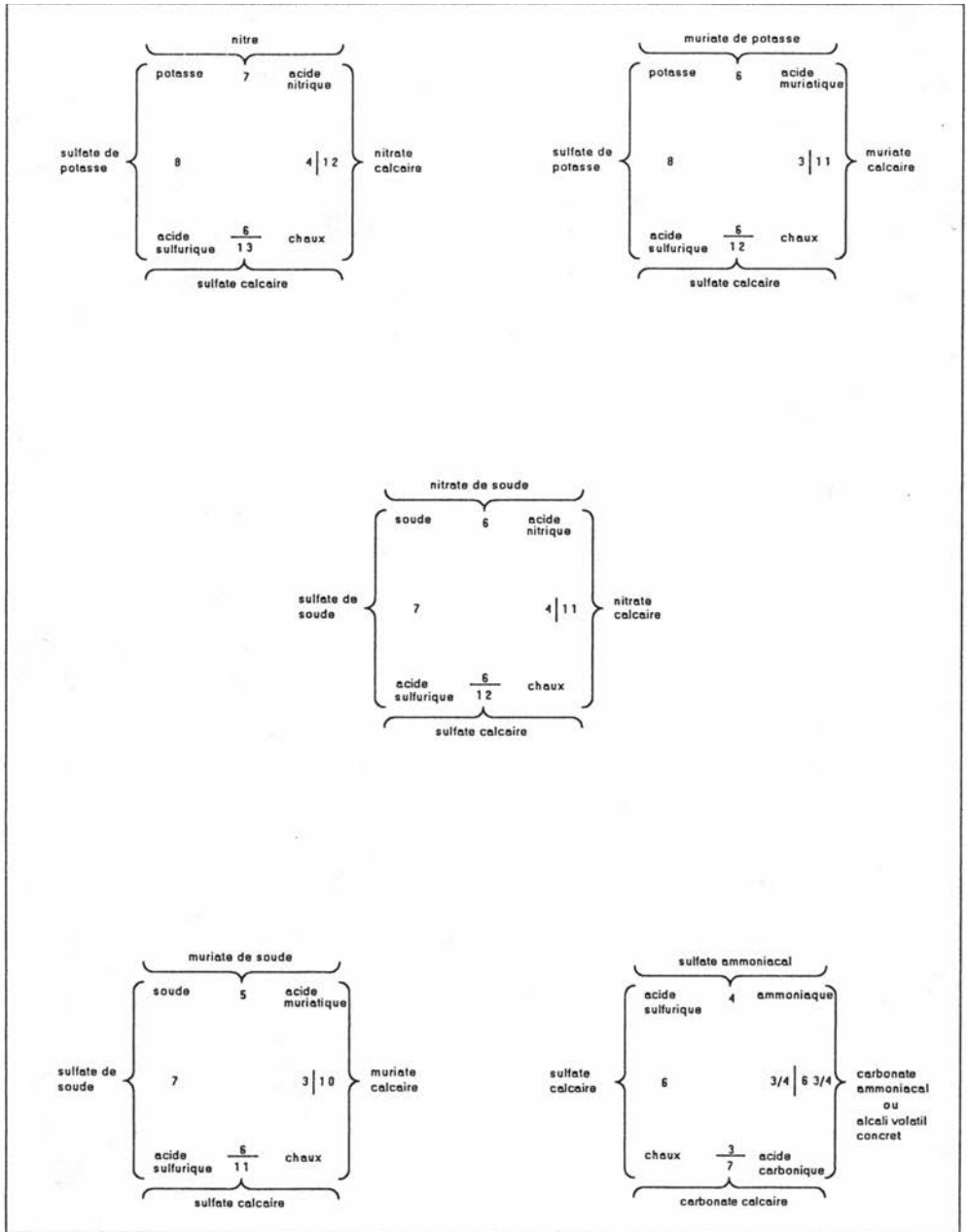


Figura 1. Diagrames figuratius de descomposicions recíproques entre sals.

Sels mêlés	Proportions	Précipité	ÉVAPORATION (a)		Eau mère
			Sels provenant de la première	Sels provenant de la seconde	
Nitrate de chaux Sulfate de potasse	1 1	Sulfate de chaux	Nitrate de potasse Sulfate de chaux	Un peu de sulfate de potasse	Un petite quantité
Idem	1 2	Idem	Sulfate de potasse Sulfate de chaux	Nitrate de potasse Sulfate de potasse Sulfate de chaux	Un très-petite quantité
Idem	2 1	Idem	Sulfate de chaux Nitrate de potasse	Nitrate de potasse Très-peu de sulfate de chaux	Abondante (b)
Sulfate de soude Nitrate de chaux	1 1	Idem	Nitrate de soude	Nitrate de soude	Abondante (c)

(a) Après avoir soumis la dissolution à l'action du feu pendant un certain temps, on la laisse refroidir, afin d'en obtenir des cristaux; puis on décante la liqueur surnageante, qu'on soumet de nouveau à l'action du feu, etc.; il en résulte donc des évaporations successives: ce sont ces évaporations qui sont désignées sous le nom d'évaporations première, seconde, etc.

(b) Composée de nitrate de chaux et de nitrate de potasse.

(c) Composée vraisemblablement de sulfate et de nitrate de soude.

Sels mêlés	Proportions	ÉVAPORATION			Eau mère
		Sels provenant de la première	Sels provenant de la seconde	Sels provenant de la troisième	
Sulfate de soude Nitrate de potasse	1 1	Sulfate de potasse Un peu de nitrate de potasse	Nitrate de potasse Un peu de sulfate de potasse	Nitrate de soude Un peu de nitrate de potasse	Abondante (a)
Idem	2 1	Sulfate de potasse	Sulfate de potasse Un peu de nitrate de potasse	Sulfate de potasse Nitrate de potasse Nitrate de soude	Idem (b)
Nitrate de potasse Muriate de chaux	1 1	Nitrate de potasse	Muriate de potasse Un peu de Nitrate de potasse	"	Idem (c)
Idem	1 2	Muriate de potasse	"	"	Idem (c)
Muriate de potasse Nitrate de chaux	1 1	Nitrate de potasse Du muriate de potasse	Muriate de potasse Du nitrate de potasse	"	Idem (d)

(a) Composée de nitrate de soude et de chaux
(c) Composée de nitrate et de muriate de chaux

(b) Contenant l'un et l'autre sels
(d) Composée de tous les ingrédients salins

Sels mêlés	Proportions	ÉVAPORATION			Eau mère
		Sels provenant de la première	Sels provenant de la seconde	Sels provenant de la troisième	
Sulfate de potasse Muriate de magnésie	1 1	Sulfate de potasse	Sulfate de potasse Muriate de potasse Sulfate de potasse et de magnésie	Muriate de potasse Sulfate de magnésie	Abondante (a)
Idem	1 1	Idem	Muriate de potasse Sulfate de potasse et de magnésie	Idem	Idem

(a) Composée de tous les ingrédients salins.

Figura 2. Taules de Thenard de cristallitzacions successives entre sals.

APUNTS SOBRE L'ENSENYAMENT DE L'ASTRONOMIA A L'ESCOLA

M. Lluïsa Gutiérrez

Departament de Didàctica de les Ciències Socials. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *ensenyament astronomia, ensenyament geografia, metodologia didàctica.*

Notes on the teaching of astronomy at school

Summary: The core idea of this communication is to reflect that the teaching of astronomy in primary schools in our country coincides with a moment of spreading of intuitive geography through direct observation of reality and the environment of the child. However, this trend is not widespread but quite the opposite: its starting point was a minority group and it spread among a select, though small, number of public teachers, those who cared about improving the quality of teaching. Astronomy was taught at school during the last three decades of the 19th century, although it gradually lost importance until the 20s in the 20th century. Despite this decrease, the presence of astronomy in primary schools and in teacher training long into the century is not but anachronism, since scientific progress had oriented most disciplines in the fields of both investigation and teaching.

Key words: *astronomy teaching, geography teaching, educational methodology.*

L'ensenyament de l'astronomia està relacionat amb l'ensenyament de la geografia a l'escola, i és des d'aquesta vessant que farem un estudi, sense que sigui exhaustiu, d'alguns dels trets característics del seu ensenyament a Catalunya el darrer quart del segle XIX i el primer del segle XX.

La generalització de l'ensenyament públic a Espanya s'inicia vers el 1839, quan Pablo Montesino crea les Escoles Normals, inspirades en el mètode de Pestalozzi, per a establir un ensenyament intuïtiu i cíclic a partir de l'observació directa de la realitat, que inclogués la formació integral del nen. En aquest procés, la geografia va prendre un paper rellevant, ja que permetia realitzar sortides escolars i excursions, —tenim constància que Montesino les practicava amb els alumnes de la Normal Central (Sama, 1888)—, com un dels procediments més adients per a consolidar el mètode; tanmateix, els plantejaments educatius de Montesino es van retallar a causa de les dificultats econòmiques del Govern, i també de la necessitat de satisfer tots els sectors polítics del país. Ja el 1849 es va reduir el nombre d'Escoles Normals i, el 1857, la Llei general d'instrucció pública va desvirtuar el seu pla pedagògic. La Llei Moyano no incloïa l'ensenyament de la geografia a l'escola primària elemental, els alumnes de la

qual tenien de 6 a 12 anys, i que constituïa l'etapa que hom pot considerar d'ensenyament obligatori. Només s'inclouïa a l'escola primària superior, una mena d'ampliació de l'ensenyament primari, que acollia els nens més grans de 12 anys que no feien estudis secundaris; i com que aquests alumnes constituïen un nombre reduït, molt pocs nens aprenien geografia en edat escolar. Així doncs, durant la major part del segle XIX, la geografia no es va ensenyar a les escoles; tanmateix, aviat es van aixecar veus denunciants els errors comesos en educació, tot intentant reconduir-los (Benot, 1862).

La Revolució de 1868 establirà els fonaments del canvi metodològic i científic del nostre país. En l'àmbit de la geografia, Eduard Benot, un dels sis ministres de Foment republicans que hi va haver el 1873, va crear a Madrid l'Institut Geogràfic i Estadístic, precedent de la Reial Societat Geogràfica madrilenya, creada el 1876.

La tradició científica considerava l'astronomia com una branca de les matemàtiques aplicades i, sota aquesta perspectiva, l'octubre de 1874, quan ja semblava assegurada la restauració monàrquica, Joaquim de Riquelme, catedràtic de matemàtiques de la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona, pronuncia la lliçó inaugural del curs. Fa un ràpid però sintètic i magnífic recorregut pels diferents estadis que l'astronomia havia tingut al llarg de la història, fent esment dels autors més destacats en l'estudi d'aquesta ciència, incloent-hi els espanyols, dels quals citava a: Josep, Juan de Sevilla, el bisbe Aiton, el rei Alfons X el Savi i, de temps posteriors, Jorge Juan, Antonio de Ulloa, Gabriel de Ciscar, l'astrònom Aguilar i l'eminent geodèsic Ibáñez; considerava, però, tot fent una crida al canvi d'actitut, que si en els darrers segles no s'havia assolit en astronomia el nivell aconseguit a l'edat mitjana, era per la manca de dedicació a l'estudi de les matemàtiques. Aquesta decadència del cultiu de les matemàtiques incidia, doncs, en l'astronomia, i tenia la seva transposició a l'ensenyament. L'astronomia o cosmografia, ciència que considerava la Terra com a integrant del sistema solar, es considerava una subdivisió de la geografia, els estudis de la qual estaven endarrerits respecte a països com Alemanya i França, on geògrafs com Humboldt, Ritter, Reclus o Vidal de la Blache havien transformat la concepció de la geografia.

L'etapa de l'astronomia a l'escola

A partir de 1876, és conegut que Francisco Giner de los Ríos i un grup de col·laboradors van fer possible, al nostre país, la transformació del mètode d'ensenyament en general, i de l'ensenyament de la geografia, en particular, amb la creació de la «Institución Libre de Enseñanza». En aquest centre van establir-hi, defugint el control científic i ideològic del govern, l'ensenyament intuïtiu i l'aprenentatge realista mitjançant l'observació directa i la participació activa de l'alumne, i van introduir, entre d'altres mètodes, les excursions de geografia, en les quals també es contemplava l'astronomia. Aquest nou mètode, que comença essent minoritari, a partir de 1881 es va anar difonent entre els mestres al produir-se l'alternança de partits en el govern, i quan el partit liberal va obrir el país a un corrent modernitzador que veia en l'educació pública l'element principal per a poder transformar la societat.

El pla consistirà en anar formant mestres en la pedagogia de l'aprenentatge per a l'observació i la intuïció aplicada a les diverses metodologies disciplinars. Pedro de Alcántara, Rafael Torres Campos i Ricard Bertran i Rospize van jugar un paper cabdal en la seva difusió. Entre el 1876 i el 1881, Alcántara va impartir a l'Escola Normal Central el mètode fro-

ebeliano per a l'ensenyament de pàrvuls que, basat en les idees pestalozzianes, donava capital importància al coneixement directe de la realitat. A partir de 1883, Torres Campos ensenya, per primera vegada, la geografia independentment de l'història, amb una evident orientació vers els nous plantejaments de Vidal de la Blache, dins el reformat pla d'estudis de l'Escola Normal femenina. Entre els deixebles d'Alcántara cal citar Alejandro de Tudela, un mestre valencià que va fer estudis de mestre a la Normal i que també era mestre parvulista, el qual, a partir de 1882, exercí a Tarragona de professor interí a les Escoles Normals de mestres, tant masculines com femenines. A Catalunya hi romandrà la resta de la seva vida. Ben aviat, durant el curs 1887-1888 Tudela inicia la pràctica de les excursions de geografia, que també aprofita per a ensenyar astronomia. Tanmateix, segons explica ell mateix, des del parvulari ja inicia els nens en l'astronomia a partir de l'observació de la forma rodona de la Terra, de l'observació del Sol, la Lluna, els estels, etc. Amb els anys, va organitzar i va tipificar deu excursions a diferents indrets dels voltants de Tarragona, que realitzà amb alumnes de batxillerat i amb alumnes aspirants a mestre, als quals facilitava el coneixement real de la geografia, la història i la vida dels tarragonins, mitjançant l'observació directa i el treball de camp. El primer any que realitza excursions —amb només vint-i sis anys—, publicà amb satisfacció a la premsa local els resultats de la seva pràctica, els quals van aixecar polèmica.

El 1991, Pedro de Alcántara va fundar la prestigiosa revista *La Escuela Moderna*, amb l'objectiu de difondre totes les experiències innovadores que es realitzaven al conjunt del territori nacional; doncs bé, no és casualitat que en aquesta revista s'hi publiquin, una darrere l'altre, totes les excursions realitzades per Tudela, donant tota classe d'informació sobre els llocs que visitaven, allò que hi treballaven i observaven, quins llibres i quines informacions utilitzaven, etc. D'aquesta manera, es difonia el mètode entre els mestres que adquirien la revista; però amb això no n'hi havia prou! Sembla que a partir d'un suggeriment d'Alcántara, el 1895 Tudela va reunir les ressenyes de totes les excursions i les va publicar a *Estudios Pedagógicos*. En aquesta mateixa línia difusora, el mateix any torna a explicar com treballava la geografia astronòmica en un article titulat «Los dos textos» (*La Escuela Moderna* 1895, enero-julio, p. 343), on exposava la mala qualitat dels llibres de text escolars en comparació amb el llibre magnífic de la natura, i tractava d'explicar les tres divisions que hom feia de la geografia. Referint-se a la geografia astronòmica, deia: «Vuelvo a mi conversación con los pequeños. Decidme en qué barrio se encuentra la escuela, qué edificios la circundan, cuál de ellos es mayor, cuál es más distante, etc. Pues la situación de la Tierra, casa en que los hombres vivimos, las relaciones que tiene con los astros, que son como otras casas del cielo, la distancia que de ellos está separada, la magnitud o tamaño de cada uno, y otras muchas cosas semejantes, es lo que estudia la 'Geografía astronómica'. Claro que lo digo muy sumariamente, pues cada una de estas cuestiones daría lugar a un diálogo movido, interesante y ameno en el que lo secundario serían las definiciones, lo esencial, el trabajo de reflexión, investigación y comparación, aplicando el método activo, la inducción, el análisis, la intuición sensible e intelectual, la interrogación socrática, todo cuanto se recomienda hoy para 'forjar' la inteligencia 'amueblándola' al mismo tiempo. Con tal modo de enseñar, ¿qué falta pueden hacer los libros?...» Tudela posa així de manifest la voluntat de relacionar la realitat propera amb la més llunyana de l'univers.

Donat que llavors les excursions constituïen una pràctica molt innovadora, Tudela també va enviar, el 1896, un informe a Leon Vignols, entusiasta propagandista francès de les excursions en tant que autor d'una ponència sobre excursions al Congrés geogràfic, que es va

celebrar a Lorient (França). En aquest informe Tudela sintetitza i explica com, perquè i què tractava de la geografia a les excursions. Deixant de banda les explicacions que fa de cada excursió —encara avui dia resulten molt interessants—, explicitava què pretenia aconseguir amb els alumnes a l'observar els aspectes constitutius de la Terra: geològicament (l'interior de l'escorça), orogràficament (muntanyes, valls, vessants, torreneres, etc.) i hidrogràficament (mar, rius, fonts i deus, port, etc.), i com tractava l'astronomia. Comprovaven l'esfericitat de la Terra mitjançant l'observació de l'horitzó, tot veient els vaixells del mar des de diferents altures. Per a l'estudi de la Terra dins el sistema planetari, observaven el cel durant les nits diàfanes i clares de l'estiu al terrat del centre, i instruïa els alumnes en les idees elementals d'astronomia, ensenyant-los a distingir les estrelles dels planetes i, entre aquests últims, els mostrava els més coneguts (Mercuri, Venus, Júpiter); classificaven les estrelles visibles segons la seva magnitud i la seva agrupació en constel·lacions (Casiopea, les dues Ósses, la Via Làctia, alguna altra constel·lació del zodíac, etc.), reconeixien les més fàcils, contemplaven les estrelles fugaçes i les diferenciaven dels bòlits i dels aeròlits; també parlaven de la pluja d'estrelles i, si era possible, assistien a l'espectacle meravellós que aquesta produïa al cel; parlaven dels estels amb cua, de les hipòtesis de la naturalesa de la Lluna, i explicava als seus alumnes els eclipsis aprofitant algun d'aquests fenòmens; també els parlava dels meteors òptics, diferenciant el pampallugeig dels estels i els cercles blancs o rotlles, etc. Tudela aprofitava les lliçons a l'aire lliure per introduir els alumnes en la noció i comprensió de la mesura de la distància que ens separa dels estels (paral·laxi), en les lleis de Newton, explicant perquè la Terra s'aguanta aïllada a l'espai; la Llei de Bode, per a mesurar la distància dels planetes al Sol; les lleis de Kepler, que regulen el moviment dels planetes. En aquestes activitats els alumnes no restaven passius, sinó que feien traçats de mapes, diferents treballs amb el gnòmon, amb instruments de meteorologia, etc.

Paral·lelament a aquesta doble estratègia dels homes de la «Institución Libre de Enseñanza» (ILE), —formació de mestres i difusió del nou mètode pedagògic—, el govern inicia la política de reunir els mestres de les províncies durant el període de vacances per a debatre sobre temes d'interès professional. Es tracta de les anomenades «Conversaciones Pedagógicas», que s'inicien l'estiu de 1887. Aquestes reunions, malgrat que no van donar el fruit que se n'esperava, van tractar, entre altres temes, de les excursions i del seu paper en l'ensenyament de la geografia. El 1887, en les reunions celebrades a Barcelona, Àngela Vallès, una mestra de reconegut prestigi (havia estudiat mestra normalista a Madrid, ja que a Barcelona no podien obtenir el títol més que els nois; aquest títol habilitava els mestres per a fer classes a les escoles superiors i a les Normals), incidia en la necessitat de l'estudi de la geografia intuïtiva directa i indirecta i va desenvolupar una pràctica d'observació del cel una nit serena, tot exposant quin mètode s'havia d'utilitzar en l'ensenyament de la geografia astronòmica, la qual «havia de tenir un caràcter pràctic, fonamentat en l'observació directa i en el mètode intuïtiu» (*El Monitor de Primera enseñanza, XXVIII, núm 35*, p. 547). El 1889, també a les «Converses pedagògiques», un altre professor normalista, el gironí Maties Salleras, a la seva conferència sobre «Las lecciones de cosas», tracta àmpliament les excursions i com s'havien de portar a terme. L'any següent, el 1890, es torna a tractar aquest tema (*El Monitor de Primera Enseñanza, XXX, núm 35*, p. 502). El 1895 Maties Salleras escriu un article a *La Escuela Moderna* sobre «Les dimensions de l'univers», amb la finalitat de divulgar entre els mestres coneixements astronòmics.

Aquestes sovintejades referències dels mestres a la geografia i a la geografia as-

trònica són indicatives de la vigència que, com a procediment per aplicar el mètode intuïtiu, llavors tenien ambdues disciplines. Les intervencions ressenyades ens donen una idea més exacta de la rellevància que va prendre la geografia a Catalunya el darrer terç del segle XIX, en tant que afavoridora del mètode intuïtiu, tot i que no era una disciplina escolar obligatòria. Al mateix temps hem pogut veure que aquesta difusió parteix d'alguns professors d'escoles Normals que, permetent-nos utilitzar un símil, podem interpretar com una mena de comandaments intermedis de la «Institución Libre de Enseñanza» que difonien el seu estudi i, alhora, l'estudi de l'astronomia a l'escola primària.

La desaparició de l'ensenyament de l'astronomia dins la geografia a l'escola

Mentre tant, la geografia havia esdevingut vertebradora de l'estat-nació a països com Alemanya i França, on geògrafs com Humboldt i Ritter en el primer, i Reclús i Vidal de la Blache en el segon, l'havien erigit en disciplina universitària orientada a l'estudi de les regions i de les relacions de l'home i el medi.

La seva influència al nostre país es produeix quan alguns professors i intel·lectuals comencen a viatjar a Europa, a finals del segle XIX, i entren en contacte amb la nova ciència geogràfica i les seves obres. Ja hem vist com a la dècada de 1880-1890 Torres Campos introduïa el nou corrent geogràfic en els estudis femenins de mestra; tanmateix, l'estudi de la geografia arriba a la Universitat espanyola el 1901, concretament a la Facultat de Filosofia i Lletres de Madrid, dins la secció d'Història, com a Geografia política i descriptiva, i es fa poc després extensiva a la resta d'universitats. Encara el 1909 Odón de Buen insisteix en la necessitat de la geografia i de la pràctica d'excursions. A partir de 1910 va esdevenir obligatòria en la formació de mestres a l'«Escuela Superior del Magisterio», i el 1914 es generalitza per a tots els mestres amb el Pla de reforma de les Normals (Melcón, 1989). És llavors quan els professors de geografia de les Escoles Normals comencen a publicar les primeres obres de geografia per a estudiants de magisteri. Tanmateix, encara que molt tímidament, en algunes Normals les primeres influències ja s'havien fet paleses, amb petits canvis en els programes de geografia. Aquest és el cas del programa cíclic de geografia i d'història que Tudela edita el 1912 per als alumnes de la Normal de Barcelona. Ens consta que aquest programa ja l'impartia el 1911 i, molt possiblement, donada la seva innovadora docència, podria ser que l'hagués aplicat des de 1903, quan arribà com a professor a la Normal d'aquesta ciutat. Doncs bé, encara que de forma elemental, ultra el tractament dels fenòmens geogràfics, el seu programa ja incorpora l'estudi de la ciutat de Barcelona, de la província, de Catalunya, d'Espanya, i també d'Europa i d'Amèrica. Des de 1914 fins a 1931, un cop assolida l'edat de la jubilació, s'adscriu a la càtedra de Pedagogia i de Dret Usual. Llavors és quan es dedica a aprofundir en aquest camp.

Entre els professors de geografia de les Normals cal citar, entre d'altres, Pedro Chico (Gómez Ortiz, 1984). Tanmateix, aquí volem fer esment de Jaume Poch i Garí, un dels impulsors de la renovació de l'ensenyament de la geografia a les Normals, que va orientar aquesta disciplina vers una tendència regionalista i de geografia humana, sense oblidar-se de la geografia astronòmica, vers la qual va manifestar una gran afició i uns profunds coneixements. Jaume Poch va col·laborar en l'elaboració de l'*Atlas escolar de las provincias de España*, de Benito Chias; ultra la seva capacitat professional, la seva importància rau en la pu-

blicació de quatre obres diferents de geografia, en alguna de les quals també tracta, molt encertadament, de l'astronomia. Escriu aquestes obres després d'haver estat un any a França, Bèlgica i Anglaterra pensionat per la Junta d'Ampliació d'Estudis, i després d'haver guanyat la càtedra de geografia de la Normal de València el 1916. Entre aquest any i el 1922 publica *Cartografía elemental o sea la Geografía aplicada a la construcción y dibujo de mapas al alcance de la juventud* (1917). Es tracta d'un manual amè que explica els fonaments de diferents sistemes projectius per a l'elaboració i construcció de mapes, el qual va rebre una crítica positiva a la revista científica «Ibérica» i també de Ricard Beltrán i Róspize, llavors secretari de la Reial Societat Geogràfica de Madrid (Gutiérrez, 1999). També va publicar *Nociones generales de geografía y geografía regional, o sea cosmografía, geofísica y antropogeografía*, de la qual no sabem l'any de la primera edició, amb prolèg de Josep Comas Solà, director de l'Observatori Fabra de Barcelona, però el 1923, surt a Barcelona una segona edició. Ricardo Cirera, que havia estat director de l'Observatori de l'Ebre, reconeixia la seva erudició astronòmica i cosmogràfica, i Josep Comas Solà deia al prolèg: «El Sr. Poch, al escribir la parte astronómica de su tratado... a consecuencia de que 'siente' todo el valor y toda la belleza de la Astronomía, transmite fácilmente al lector, con brillantez y frase cálida, todo el entusiasmo que se alberga en su alma; y el lector, cuyos horizontes van dilatándose a medida que continúa su lectura, no puede abandonar el libro hasta haberlo leído totalmente y con la mayor detención». També va publicar *Geografía de España*, que es va exhaurir molt aviat; cap el 1920 surt la segona edició corregida i augmentada. *La Correspondencia Valenciana* jutjava aquesta obra així: «...El principal objeto que se ha propuesto el autor al escribir su obra... es el cultivo del espíritu científico, de observación y de interpretación de los hechos geográficos que a España se refieren y del sentimiento patrio, hoy tanto más menester, cuanto que se están poniendo en tela de juicio, o cuando menos se revisan, todos los valores sociales, políticos y económicos de las naciones». Finalment, el 1922, coincidint amb el seu trasllat a Barcelona, publica *Geografía Universal Moderna*, plenament inserida dins el concepte de geografia moderna. La revista *La Escuela Moderna* recollia les explicacions de Poch: «... el plan que se ha adoptado para la exposición es... 'valerse de la geografía para educar al hombre'; despertar inteligencias y perfeccionarlas en lo posible; contribuir a la educación integral del individuo por medio del estudio de la geografía, hecho racionalmente, no rutinario; excitar la afición por la observación, que es la única verdadera, directa educativa y recreativa y procurar que, haciendo el estudio de la geografía agradable, adelanten estos estudios hasta ponerse a la altura que les corresponde, no inferior a la que se encuentran en las demás naciones cultas...»; d'aquesta darrera publicació també se'n va fer ressò la *Revista de Escuelas Normales*. Malgrat tot, l'avenç científic produït des de mitjans del segle XIX i a les primeries del segle XX, que va anar delimitant el paradigma científicometodològic d'investigació de les diverses disciplines, l'astronomia deixa d'estudiar-se amb tanta incidència a l'escola primària i fins i tot a la secundària, i passa a integrar-se en estudis especialitzats i departaments universitaris d'astrofísica i matemàtica astronòmica. Com també hem vist, la geografia tampoc no restava al marge d'aquests canvis, i ja des de principis del segle XX, als països avançats s'anava circumscriuint a l'estudi de les relacions entre la naturalesa, les formes de vida i els fets humans. Ben aviat, doncs, la geografia deixarà a altres ciències els aspectes relatius a l'astronomia, a la geologia, etc., i es centrarà més en l'estudi de les interrelacions del territori i l'home.

Ja des de principis de segle, l'Associació Nacional d'Educació dels Estats Units va ser una de les primeres institucions que va protestar contra l'excessiva importància que enca-

ra es donava a les dades i als problemes cosmogràfics en els llibres i cursos superiors de geografia, advocant perquè la geografia abandonés àmbits d'estudi que no li eren propis. És a dir, que la geografia científica a principis del segle XX ja havia donat el tomb definitiu cap a l'estudi del medi geogràfic i les seves interrelacions amb l'home. En aquest sentit, independentment de la seva rigurositat científica, hem de reconèixer que les obres d'astronomia de Poch, més que innovadores, eren desfasades. Tanmateix, no podem negligir el valor didàctic i d'apropament científic que la seva obra cartogràfica i cosmològica va representar tant per als futurs mestres com per als aficionats.

Bibliografia

- BENOT, E. (1862), *Errores en materia de educación y de instrucción pública*, Cadis, 2ª ed.
- BUEN, O. de (1909), *Discurso solemne pronunciado ante el Claustro de la Universidad de Barcelona en la apertura del curso 1909-1910*, Barcelona.
- CAPEL, H. (1981), *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*, Barcelona, Barcano-va.
- GÓMEZ ORTIZ, A. (1984), «La Geografía en las escuelas normales a lo largo del presente siglo y algunas notas referidas al marco educativo». A: *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, Barcelona.
- GUTIÉRREZ, M. LL. (1999), «Jaime Poch i Garí, un institucionista mataroní». A: *La formació professional i les transformacions socials. Actes de les XIV Jornades d'Història de l'Educació als Països Catalans*, Mataró, Gràfiques Rotatives.
- MELCON, J. (1989), *La enseñanza de la geografía y el profesorado de las escuelas Normales (1882-1915)*, Barcelona, CSIC-PUB.
- RIQUELME, J. (1874), *Discurso inaugural de la apertura del curso académico de 1874 a 1875*, Barcelona, Imp. de Tomás Gorchs.
- SAMA, J. (1888), *Montesino y sus doctrinas pedagógicas*, Barcelona, J. y A. Bastinos editores.
- TUDELA, A. de (1895), *Estudios Pedagógicos*, Tarragona, J. P. Aguadé, ed.

EL USO DE LAS MATEMÁTICAS EN LOS TEXTOS NÁUTICOS ESPAÑOLES DEL SIGLO XVIII

M^a Asunción Iglesias Martín

Departamento de Matemática Aplicada. Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas Navales. Universidad del País Vasco / EHU

Palabras clave: *matemáticas, historia, navegación, siglo XVIII, textos náuticos.*

The use of Mathematics in the Spanish Nautical Texts of the 18th Century.

Summary: *This work presents a summary about Mathematical concepts, and the use of them, included in thirteen Spanish Nautical Texts published during the 18th Century.*

Key words: *Mathematics, history, navigation, 18th Century, nautical texts.*

1. Introducción

Resulta evidente que para realizar el cálculo de los diferentes términos de navegación es imprescindible contar con un mínimo de conocimientos matemáticos, que permitan llevar a cabo los planteamientos y las operaciones pertinentes. En muchas de las obras náuticas se da por supuesto que los pilotos cuentan con conocimientos de aritmética, geometría, trigonometría y logaritmos, y sus resultados se aplican a lo largo de los textos, sin haberlos explicado previamente. Sin embargo, también hay autores que entre sus páginas incluyen algún capítulo dedicado a estas materias.

Con esta premisa, se pretende ofrecer un resumen, tanto de los conceptos matemáticos, como del uso de los mismos que incluyen 13 textos de carácter náutico publicados durante el siglo XVIII, lo que supone aproximadamente un 60% del total de obras de náutica «censadas» en dicho siglo. Esta cantidad, muy significativa, permite la realización de estudios porcentuales de las materias, con resultados que se pueden considerar extrapolables al colectivo total. Los textos estudiados son: Cedillo (1717 y 1745), Tosca (1727), Clariana Gualbes (1731), Moreno y Zabala (1732), González Cabrera (1734), García Sevillano (1736), Sánchez Reciente (1749), Archer (1756), Jorge Juan (1757), Barreda (1765), Mendoza y Ríos (1787) y Mazarredo (1790).

La necesidad de conocimientos matemáticos por parte de los marinos queda patente en varias de las obras analizadas, como la de Jorge Juan (1757:2), donde se dice: *Debe su conocimiento esta Arte à muchas Ciencias, que la han prestado materiales para resolver las questions que en ella se ofrecen. La Geographia, la Arithmètica, la Geometria, y Trigonometria,*

la Astronomía, y aún la Physisca, todas contribuyen al logro de los aciertos en el Pilotage. En el mismo sentido se expresa Mendoza y Ríos (1787, Tomo I: XLI) al apuntar que Todo principiante, que haya estudiado la Aritmética, Geometría y ambas Trigonometrías, encontrará en este Tratado las materias de la Ciencia del Piloto, que puede entender fundamentalmente...

Los temas principales son la geometría, que se encuentra en el 46,15% de estos textos y la trigonometría, explicada en el 23,07%, aunque también hay un 15,38% que contienen un estudio de los logaritmos, un 7,69% de textos que incluyen aritmética, y otro 7,69% que analiza las diferenciales. El porcentaje de obras que hacen uso de estos conocimientos es, salvo en el caso de las diferenciales, bastante mayor. En el 61,53% de los textos se aplica la geometría, mientras la trigonometría se emplea en el 92,30% y la aritmética en el 15,38%; los logaritmos se aplican en el 61,53% y las diferenciales en el 7,69% (Gráfico 1).

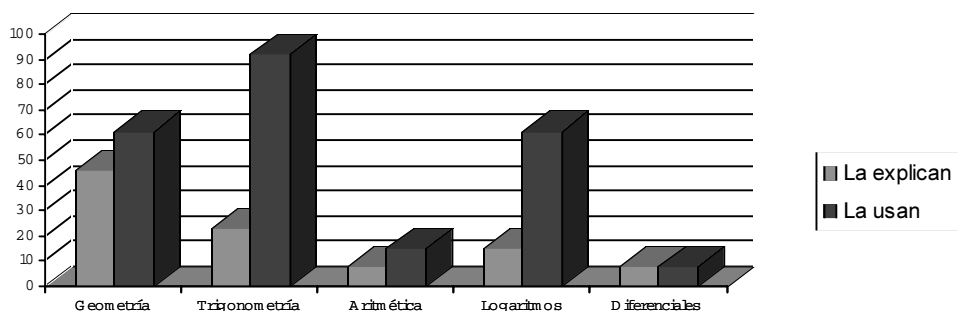


Gráfico 1: Porcentaje de textos que explican las diferentes cuestiones matemáticas, y porcentaje de obras que las utilizan

2. Geometría

En navegación, la geometría es necesaria fundamentalmente para dibujar el triángulo de posición y colocar en él los cuatro términos de la navegación. También se usa para trazar paralelas y perpendiculares, o para dividir ángulos, al tratar algunas de las cuestiones náuticas. La instrucción de esta materia viene enfocada de diferente manera en los textos de náutica del siglo XVIII que la incluyen. Los conceptos que en ella se estudian varían tanto en la cantidad, como en la profundidad con que son explicados.

Con mayor o menor extensión, las cuestiones geométricas se encuentran en Clariana Gualbes, González Cabrera, García Sevillano, Cedillo (1745), Archer y Barreda.

2.1. Aplicaciones de la geometría en los textos náuticos

Uno de los usos más corrientes de la geometría es la comprobación de la graduación de un instrumento de observación denominado ballestilla, que se encuentra en Cedillo, Clariana Gualbes, García Sevillano y Sánchez Reciente. Por su parte, Archer la usa para resolver los triángulos rectángulos.

González Cabrera (1734:103 y ss.) cuenta con cinco capítulos dedicados a los usos que se pueden hacer de la geometría en los que se ve cómo se pueden resolver los seis triángulos rectángulos que resultan al intentar calcular dos términos de la navegación, conociendo los otros dos, el cálculo de la longitud esférica, la n

avegación por un paralelo paralelo de latitud, el cálculo de la mediana paralela y la reducción de paralelos.

Cabe destacar que Barreda [1765:328 y ss.] incluye, casi al final de su obra, un apéndice en el que presenta 19 *questiones curiosas, fundamentadas en los Elementos Geometricos de Euclides*, indicando en cada una de ellas la proposición en la que se basa.

3. Trigonometría

La trigonometría es la rama de las matemáticas que estudia los triángulos y la medida de sus elementos, estableciendo una correspondencia entre las magnitudes lineales y las magnitudes angulares mediante las *funciones trigonométricas*. Utilizando sus resultados se pueden medir de manera precisa las distancias y las alturas imposibles de calcular de otra forma, por lo que es una herramienta imprescindible en astronomía, sobre todo la trigonometría esférica. Muchos de los descubrimientos geográficos se pudieron realizar por el uso de instrumentos de navegación que basaban su funcionamiento en la trigonometría.

Los autores que en sus obras demuestran algunas de las proposiciones trigonométricas que posteriormente van a emplear son Tosca, González Cabrera, Archer y Mendoza y Ríos.

3.1. Usos de la trigonometría

Con excepción de García Sevillano, que resuelven todas las situaciones usando un instrumento denominado cuadrante de reducción, todos los demás autores utilizan la trigonometría en alguno de sus capítulos. Aunque puede tener muchas más aplicaciones, sus usos más frecuentes se encuentran en la resolución del triángulo de posición, el cálculo de la amplitud y azimut del Sol, la comprobación de la graduación de los instrumentos de observación, el cálculo de la variación de la aguja, y el estudio de la carta reducida.

4. La aritmética

Aunque, como es natural, en algún punto de sus exposiciones, todos los autores tienen que hacer uso de la aritmética, sólo González Cabrera (1734:127 y ss.) incluye un capítulo de cuatro páginas, en el que explica un método para hallar la raíz cuadrada de cualquier número, y los clasifica en *racionales* si tienen raíz exacta, e *irracionales*, en caso contrario. Posteriormente, vuelve a hacer referencia a ellas, ofreciendo una tabla en la que se dan los números cuadrados con sus correspondientes raíces. Aunque recibe el nombre de tabla de las raíces cuadradas, en realidad contiene los cuadrados de los números naturales de 1 a 990.

4.1. Aplicaciones de la aritmética en los textos náuticos

Después de haber explicado la forma de calcular la raíz cuadrada, González Cabrera (1734:131 y ss.) resuelve utilizando sólo aritmética, los seis casos de navegación y halla la longitud crecida.

Por su parte, Barreda incluye un «apéndice náutico y cálculo loxodrómico», en el cual se resuelven todos los Triangulos Rectangulo, que en el Progreso de una, ó muchas Singladuras de la Navegacion se pueden ofrecer, con solo el auxilio de la Pluma, por via de la Arithmetica inferior, en previsión de que, por la razón que fuere, no se pudieran utilizar otros sistemas (Barreda, 1765:309 y ss.). Para simplificar los cálculos, facilita una *Tabla Loxodrómica*, en la cual se dan las diferencias de latitud y longitud que corresponden a una travesía de 100 millas en cualquiera de los ocho rumbos principales de un cuadrante. Posteriormente, ofrece un *Manual Arithmetico-Practico, en que, para gobierno de los usos pertenecientes à la Navegacion, se ponen varias Reglas; assi para la forma, y disposicion del Kalendario, como para otros casos que puedan ocurrir*, en el que explica, entre otras cosas, los ciclos del Sol y la Luna, y la ordenación de las fiestas movibles (Barreda, 1765:349 y ss.).

5. Los logaritmos

La invención de los logaritmos, que se basan en la correspondencia entre una serie geométrica y una aritmética, se debe a Juan Neper, que publicó por primera vez las tablas en 1614, ofreciendo los logaritmos de los senos para cada minuto, con siete decimales, y que estaban diseñadas de tal forma, que la diferencia entre dos logaritmos en una misma línea, daba como resultado el logaritmo de la tangente. El texto de Neper fue traducido al inglés por el matemático Writght, y otro matemático, en esta ocasión Briggs, publicó la *Logarithmorum Chilias Prima* en 1617, donde se ofrecían por primera vez los logaritmos en base 10, de 1 a 1.000, con once decimales. El descubrimiento de los logaritmos dio un nuevo impulso a la trigonometría.

Entre las obras que se están analizando, las que contienen alguna explicación sobre esta cuestión son González Cabrera y Mendoza y Ríos. Aunque el primero de ellos no especifica la forma de fabricar las tablas, las incluye al final de la obra, en dos versiones, las primeras contienen los logaritmos de los senos y las tangentes de 1 a 45 grados y sirven para no tener que usar previamente las tablas de las funciones trigonométricas. En las segundas se encuentran los logaritmos desde 1 hasta 11099, necesarios para resolver las proposiciones astronómicas.

Mendoza y Ríos estima que el mejor sistema de logaritmos, a los que denomina hiperbólicos, es el de Neper, en el cual el primer término geométrico es la unidad y el módulo es el que se obtiene cuando el ángulo constante de la loxodrómica es de 45° . Este autor indica que se pueden emplear los logaritmos ordinarios, pasándolos previamente a hiperbólicos, dividiéndolos entre 0,43429448 (Mendoza, 1787, II: 24).

5.1. Aplicaciones de los logaritmos

Una de las principales aplicaciones de los logaritmos en los textos analizados es la simplificación de los cálculos trigonométricos que se realizan a lo largo de los mismos. Este

uso se encuentra en Tosca, Moreno y Zabala, González Cabrera, Cedillo (1745), Archer, Jorge Juan, Barreda y Mendoza y Ríos.

Además, Jorge Juan (1757:87-88) los utiliza para resolver de una nueva forma, diferente a todas las anteriores, los problemas de navegación, sin necesidad de usar las partes meridionales.

Por su parte, Mendoza y Ríos usa los principios de los logaritmos neperianos en el cálculo de las partes meridionales, la construcción de la carta reducida, el cálculo de la ecuación de la loxodrómica en la esfera y la determinación de los errores que se cometen al usar el paralelo medio. También aparecen en los problemas que se presentan para hallar la latitud, simplificando las operaciones, al igual que en el cálculo de la refracción y la paralaje. Este autor utiliza los logaritmos de una forma natural siempre que le resulten útiles, con una excepción: cuando se trata de calcular la longitud por las distancias lunares considera más oportuno aplicar la trigonometría, sin simplificar los cálculos mediante los logaritmos, salvo que se carezca de la preparación suficiente, lo cual denotaría cierta ignorancia,

6. Cálculo diferencial

Una cuestión muy importante del tratado de Mendoza y Ríos, que no aparece en ninguno de los textos restantes, se encuentra en el capítulo dedicado a las analogías diferenciales de triángulos esféricos. En él hace un estudio de la variación que se puede obtener en la resolución de un problema cuando hay una ligera modificación en los datos. Para ello, primero introduce el concepto de diferencial (Mendoza, 1787, 1: 419), seguida de la demostración de veinte analogías, y la regla general para calcular la variación total de tres elementos de un triángulo conociendo las variaciones o diferenciales de los otros tres (Mendoza, 1787, I: 432-433). También da otros cinco resultados que surgen de estas proposiciones y, por último, las aproximaciones para las funciones trigonométricas de arcos muy pequeños.

En su segundo tomo estudia los principios fundamentales para la resolución de los problemas de la navegación dividiendo la línea loxodrómica en pequeñas porciones, considerando cada una de ellas como la hipotenusa de un pequeño triángulo rectángulo y utilizando las diferenciales (los resultados están sacados del *Tratado de Navegación* de Mr. Bezout).

7. Evaluación global

1. En cuanto a los conceptos geométricos estudiados, en un 66,66% de las obras figuran las líneas, y lo mismo ocurre con los triángulos y círculos. En los paralelogramos y esfera disminuye el porcentaje, siendo del 54,54% para cada uno de ellos.

2. La forma de abordar los temas también es diferente: un 66,66% utilizan gráficos para conseguir una mejor comprensión, y hay el mismo porcentaje de textos que resuelven los problemas consistentes en trazar diferentes tipos de figuras geométricas. Sólo García Sevillano incluye propiedades en algunas de las cuestiones que estudia, y es el único que no usa la trigonometría.

3. Mientras Cedillo (1717) hace uso de la trigonometría en una única ocasión al estudiar la graduación de la ballestilla, Jorge Juan es uno de los autores que más la utiliza, pues

aparece casi en todas las cuestiones que trata en su obra. Además, el nivel que presenta es bastante elevado, teniendo en cuenta la escasa preparación matemática de los marinos.

4. En cuanto a los logaritmos, Mendoza y Ríos es el único que los usa como una herramienta más dentro de las demostraciones, las cuales, a veces, no son tan sencillas de ver. De hecho, es el único que ofrece las demostraciones de las proposiciones, ya que los demás, en general, utilizan algoritmos de cálculo y resuelven algún ejemplo para explicarlas. Esta obra usa de las matemáticas en prácticamente todos sus capítulos, utilizando todas las herramientas con las que cuenta, tanto para enunciar los principios, como para demostrarlos.

5. La evolución de los autores con el paso de los años queda patente en las dos obras de Cedillo, publicadas en 1717 y 1745. Mientras en la primera de ellas la trigonometría tiene un uso muy limitado, en la segunda el autor la utiliza para estudiar la variación de la aguja de marear, una cuestión a la que en 1717 sólo hace referencia para dudar seriamente de su existencia.

6. Aunque los textos estudiados abarcan todo un siglo, no es sino al final del mismo cuando aparecen aportaciones nuevas de la mano de Mendoza y Ríos, en cuyo tratado se estudia la resolución de los triángulos a través de las diferenciales. Esta es la única diferencia significativa en la materia abordada por todos ellos, siendo sin embargo la presentación bastante diferente, el de Tosca es bastante didáctico y muy fácil de seguir por sus claras explicaciones y los gráficos que las acompañan. Lo mismo ocurre con Archer, a pesar de contar con menos figuras ilustrativas. El más completo de todos es el de Mendoza y Ríos, que trata los temas con mayor profundidad; su grado de dificultad es bastante mayor, ya que va dirigido a lectores con una sólida base matemática, y además no se detiene a resolver ejemplos prácticos, limitándose a dar únicamente los desarrollos teóricos. El texto de Mazarredo es sencillo y fácil de seguir con sus claras explicaciones y sus ejemplos.

8. Bibliografía

8.1. Fuentes primarias

ARCHER, M. (1756) *Lecciones náuticas explicadas en el Museo Mathematico de el M.N. y M.L. Señorío de Vizcaya, Noble Villa de Bilbao, y su Illustre Casa de Contratacion*. Antonio de Egufquiza, Bilbao, Impreffor de dicho M.N. y M.L.

BARREDA, F. (1765) *El marinero instruido en el arte de navegación especulativo, y práctico, según se enseña en el Real Seminario del Sr. San Telmo de Sevilla*, Sevilla.

CEDILLO Y RUJAQUE, P.M. (1717) *Compendio del arte de navegación*, Sevilla, Lucas Martín de Hermosilla, Impresor y Mercader de Libros en Calle de Genova.

CEDILLO Y RUJAQUE, J.M. (1745) *Tratado de Cosmografía y Náutica*, Cadiz, En la imprenta real de la marina de Manuel Espinosa de los Monteros... Reimpreso [sic] en Cádiz.

CLARIANA GUALBES, A. (1731) *Resumen náutico de lo que se practica en el teatro naval o representación sucinta del arte de Marina, en la idea de un bajel de querra desde los primeros rudimentos de la arquitectura náutica hasta el conocimiento de la esfera celeste y terraquea, facilitando con teoremas, demostraciones y estampas para la teórica y práctica de la navegación*, Barcelona, Imprenta de Iván Piferrer.

- GARCIA SEVILLANO, J. (1736) *Nuevo régimen de Navegación*. Madrid, Joaquín Sanchez.
- GONZALEZ CABRERA BUENO, J. (1734) *Navegación especulativa y práctica con la explicación de algunos instrumentos que están más en uso entre los navegantes, con las reglas necesarias para su verdadero uso; tabla de las declinaciones del sol, computadas al meridiano de San Bernardino; el modo de navegar por la geometría, por el cuadrante de reducción, por los senos logarítmicos y comunes; con estampas y figuras pertenecientes a lo dicho y otros tratados curioso*, Manila, Imprenta del Colegio de San Francisco. Reeditado en 1970. Ediciones Porrúa. Colección Chinalistac.
- JUAN Y SANTACILIA, J. (1757) *Compendio de navegación para el uso de los caballeros guardias-marinas*, Cádiz, Academia de los mismos Caballeros.
- MAZARREDO SALAZAR, J. (1790) *Lecciones de navegación para el uso de las compañías de Guardias Marinas*, Isla de León, Imprenta de su Academia..
- MENDOZA Y RIOS, J. (1787) *Tratado de Navegación*, Madrid, Imprenta Real, 2 vols.
- MORENO Y ZABALA, B. (1732) *Práctica de la navegación, uso y conocimiento de los instrumentos mas precisos en ella, con las reglas para saber si estan bién contruidos*, Madrid, Imprenta de Manuel Román.
- SANCHEZ RECIENTE, J. (1749) *Tratado de Navegación Theorica y práctica según el orden y método con que se enseña en el Real Colegio Seminario de San Telmo, extramuros de la Ciudad de Sevilla*, Seviilla, Francisco Sánchez Reciente.
- TOSCA, T.V. (1727) *Compendio Matemático en que se contienen todas las Materias más principales de las Ciencias que tratan de la cantidad*. Valencia. Reimp. en 1757. 9 vols.

8.2. Fuentes secundarias.

- ENCICLOPEDIA GENERAL DEL MAR* (1957), Barcelona, Ediciones Garriga.
- ENCICLOPEDIA GRAL. ILUSTRADA HISPANO-AMERICANA* (1924), Barcelona, Hijos de J. Espasa Eds.
- ENCICLOPEDIA UNIVERSAL MICRONET*.

EL VALOR DE LA PRECISIÓN: LOS CRONÓMETROS MARINOS. EL CRONÓMETRO # 1301 DE J. SEWILL (LIVERPOOL, 1860)

Itsaso Ibáñez; José Llombart

Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

Paraules claus: *Navegació, Instruments científics, cronòmetres marins, Espanya, segle XIX.*

The value of precision: the marine chronometers. The Sewill chronometer # 1301 (Liverpool, 1860)

Summary: *In the quest for longitude, solved in the second half of the 18th century, the development of marine chronometers played a significant role. During the 19th century they were improved and produced in a sufficiently large quantity and at a reasonable price, so that they soon became essential instruments for navigators. The main objective of this work is to present the marine chronometer made by Joseph Sewill of Liverpool and delivered in 1860 to the Nautical School of Bilbao. Nowadays, it is preserved in the Nautical College of the University of the Basque Country.*

Key words: *Navigation, Scientific instruments, Marine chronometers, Spain, 19th century.*

El cálculo de la situación del buque

Durante siglos, la navegación estuvo condicionada por la dificultad de obtener las coordenadas geográficas —latitud y longitud— que definen la situación del buque en la mar.

Desde antiguo, se sabía cómo obtener la latitud, con bastante precisión, por medio de la observación de estrellas próximas al polo o del Sol a mediodía. El cálculo de la longitud, sin embargo, fue considerado «el límite impuesto por Dios a la inteligencia humana» (Martínez-Hidalgo, 1946: 75), y no tuvo una solución práctica hasta las últimas décadas del siglo XVIII. El método de las distancias lunares y el cronómetro, que finalmente permitieron a los marinos determinar tan preciosa coordenada, habían sido propuestos siglos atrás¹; pero, para

1. Al parecer, J. Werner (1468-1522) fue el primero en sugerir, en 1514, que se podía determinar la longitud midiendo la distancia angular de la Luna a una estrella zodiacal. Véase, e. g.: C. H. Cotter (1968: 23). El uso de un reloj para este fin parece haber sido propuesto, por primera vez, por H. Colón (1488-1539), en 1524. Véase, e. g.: López Piñero (1979: 194).

ser practicables fue necesario un mayor progreso de la astronomía, las matemáticas y la construcción de instrumentos de precisión².

Los intereses en juego y el papel de los estados en la resolución del problema del cálculo de la longitud en la mar

La obtención de la longitud en la mar no constituyó un problema real hasta el inicio de la navegación transoceánica en el siglo XV. La falta de un método que proporcionara esta coordenada geográfica planteaba dificultades no solo para la seguridad y el desarrollo de la navegación, sino también de índole política. Así, esta cuestión adquirió gran relevancia a consecuencia del Tratado de Tordesillas (1494), por el que se fijaba la línea divisoria para el reparto entre España y Portugal de las nuevas tierras descubiertas.

La importancia del problema a resolver y las grandes dificultades que ello envolvía, llevaron a los estados, interesados en desarrollar sus intereses coloniales, a incentivar la investigación con ofertas de suculentos premios en metálico, la creación de sociedades científicas o la fundación de observatorios³.

En España, en 1598, Felipe III instituyó una recompensa, ejemplo que más tarde siguieron Holanda, Inglaterra y Francia, entre otros.

En Inglaterra, en un principio, los esfuerzos se dedicaron a organizar una investigación sistemática; pero, los episodios de naufragios se venían sucediendo y, en 1714, presionado por el sector naviero, el Parlamento inglés aprobó un incentivo institucional promulgado por la Reina Ana el 8 de julio de 1714⁴.

Los cronómetros marinos: la solución que subsistió

El premio del Parlamento inglés de 1714 fue el que finalmente condujo a la solución del problema.

De entre los relojeros ingleses que se dedicaron a diseñar cronómetros marinos, destaca John Harrison (1693-1776), quien construyó su primer reloj marino, el H-1, entre 1830 y 1835. Éste fue el primer cronómetro probado con éxito en la mar, satisfaciendo los requisitos del Acta de la Reina Ana de 1714⁵.

2. Véase, por ejemplo, García Franco (1947, I: 270-390)

3. Sobre los premios ofrecidos, véase, por ejemplo: Fernández de Navarrete (1852: 60) o García Franco (1947, I: 283): Sobre la organización de una investigación sistemática, véase Williams (1994: 78 y ss.).

4. Los episodios que condujeron a la promulgación del Acta de la Reina Ana de 1714, han sido magníficamente relatados en la obra divulgativa de Sobel (1995: 11-20).

5. Se han producido numerosos trabajos sobre John Harrison, entre los que pueden mencionarse los de Quill (1976); Gould (1978), Wittle (1984), Hobden (1995), Sobel (1995), o Adrewes (1998).

Acta de la reina Ana (1714): Error permitido al cronómetro, en un viaje de 40 días				
Premio (Libras esterlinas)	Precisión en longitud (Minutos de arco de ecuador y equivalencia aproximada en km.)		Error total permitido en la hora	Error diario permitido en la hora
10.000	60'	111 km	4 min	6 s
15.000	40'	74 km	2 min 40 s	4 s
20.000	30'	56 km	2 min	3 s

En 1759, Harrison acabó su célebre H-4, que se asemejaba a un reloj de bolsillo, con un diámetro de 127 mm y un peso de tan solo 1.36 kg. Probado por primera vez en la mar en 1761, este cronómetro fue acreedor del premio de la longitud establecido por el Parlamento inglés.

Paralelamente, en Francia se produjeron progresos notables en este mismo sentido, con Ferdinand Berthoud (1727-1807) y Pierre Le Roy (1717-1785), aspirantes al «premio de la longitud» francés⁶. De hecho, el cronómetro que sirvió de base para la fabricación de relojes marinos fue construido por Le Roy en 1766.

Joseph Sewill,
 Watchmaker & Watch Manufacturer,
 61, South Castle Street,
 Liverpool, October 10th 1860.
 Mr. José Benito de Goldaracena
 Bilbao.
 My dear Sir,
 I am in act of your
 esteemed favor dated 10th inst. in reply
 by the return of the two chronometers
 the first of which is No. 5, sending copy
 of the report, shall be sent in the Steam
 Mail.
 I guarantee it for Ten years
 & am sure it will be to your entire
 satisfaction.
 I have the honor to be
 Dear Sir
 Your obed^t Serv^t
 Joseph Sewill

Figura 1. Carta de Joseph Sewil, fechada el 10 de octubre de 1860, notificando el envío del cronómetro a José Benito de Goldaracena.

6. Sobre la rivalidad existente entre Le Roy y Berthoud, véase Cardinal (1998), Sobre las pruebas realizadas a los relojes de ambos, véase Sellés (1986: 162-175).

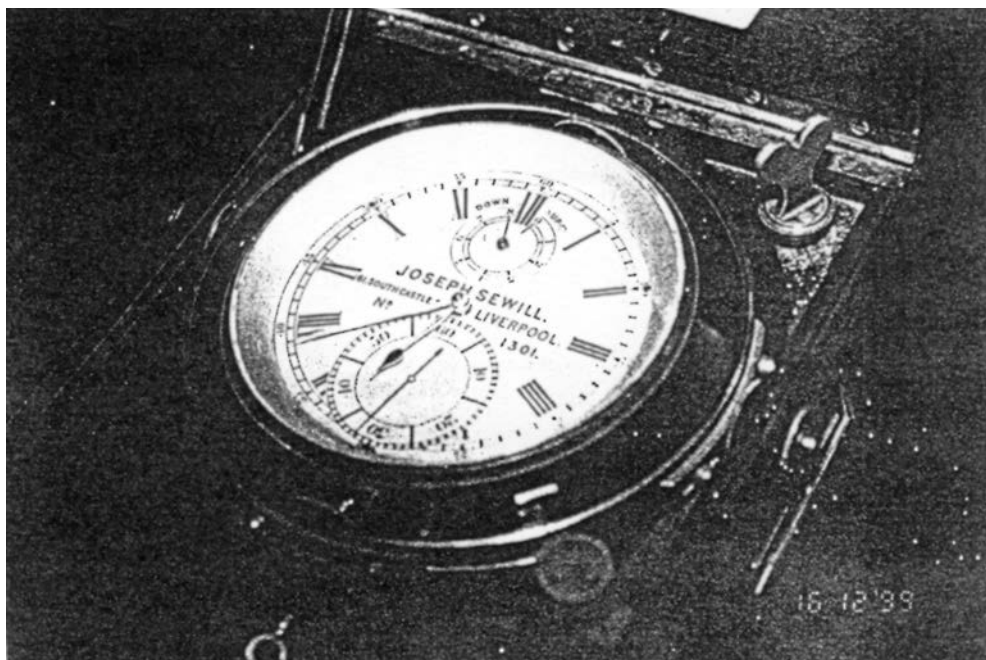


Figura 2. Cronómetro adquirido en 1860 a Joseph Sewill de Liverpool, conservado en la E.T.S. de Náutica y Máquinas Navales de la Universidad del País Vasco.

El uso de los cronómetros se generalizó en la mar una vez pudieron ser producidos en cantidad suficiente, a un coste asequible. En el proceso de perfeccionamiento resultaron fundamentales las figuras de John Arnold (1734-1799) y, sobre todo, Thomas Earnshaw (1749-1829) (Betts, 1998: 328).

El cronómetro # 1301 de Joseph Sewill de Liverpool, adquirido en 1860 para la Escuela Profesional de Náutica de Bilbao

En 1860, José Benito de Goldaracena (1822-1870), catedrático de cosmografía, pilotaje, maniobra y dibujo en la entonces denominada *Escuela Profesional de Náutica* de Bilbao, encargó para su cátedra un cronómetro al instrumentista Joseph Sewill de Liverpool.

En la figura 1, se muestra la notificación —de puño y letra del propio J. Sewill— del envío de este cronómetro, cuya caja y esfera aparecen en las fotografías de la figura 2. Se trata de un cronómetro marino, de esfera de 12 cm de diámetro, con indicadores de horas, minutos, segundos y estado de la cuerda (de 0 a 8 días). El mortero está montado sobre una suspensión cardán, en el interior de una caja de madera de doble tapa (21,5 × 20,5 × 20,5 cm), con bisagras, esquinas y asas de latón.

Conservado en el Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas Navales de la Universidad del País Vasco, este cronómetro aún sigue utilizándose en la docencia de la navegación astronómica, debido a su buen estado de conservación y al hecho de que este tipo de relojes marinos continúa empleándose a bordo de los buques mercantes, a pesar de la disponibilidad de algunos modelos de cronómetros electrónicos más modernos.

Finalmente, hay que señalar que se trata de uno de los escasos ejemplares de esta época que se conservan en el estado⁷.

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido financiada parcialmente por el Gobierno Vasco a través del Proyecto de Investigación HU-1999-62.

7. González (1995: 109-114), ofrece una relación de 11 cronómetros marinos del siglo XIX, conservados en el Observatorio de San Fernando, estando el más antiguo fechado en 1863. En el Observatorio Astronómico Nacional en Madrid, solo se conservan 3 cronómetros marinos del siglo XIX (de 1851, 1853 y 1900. Según inventario en la página web: <http://www.oan.es/museo/relojes.html>). El Museo Naval de San Sebastián no cuenta con reloj alguno. El Museo Naval de Madrid cuenta con 3 cronómetros del siglo XVIII y otros tantos del XIX. En las Escuelas o Facultades de Náutica (7 en la actualidad) no ha sido posible disponer de información precisa de los cronómetros con que cuentan; pero, en todo caso, la cantidad total no sería superior a 7 (uno por centro).

Fuentes y bibliografía

Fuentes

Archivo General de la Administración, Sección Educación y Ciencia, Legajo 6529: «Escuela de Náutica de Bilbao».

Bibliografía

ANDREWES, W. J. H. (ed.) (1998), *The quest for longitude. The proceedings of the Longitude Symposium, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, November 4-6, 1993*. 2nd. ed., Cambridge, Massachusetts, Collection of Historical Scientific Instruments, Harvard University.

BETTS, J. (1998), «Arnold and Earnshaw: the practicable solution», En: W. J. H. Andrewes (ed.), *The quest for longitude. The proceedings of the Longitude Symposium, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, November 4-6, 1993*, 2nd. ed., Cambridge, Massachusetts, Collection of Historical Scientific Instruments, Harvard University, 311-328.

CARDINAL, C. (1998), «Ferdinand Berthoud and Pierre Le Roy: judgement in the twentieth century of a quarrel dating from the eighteenth century», En: W. J. H. Andrewes, *The quest for longitude. The proceedings of the Longitude Symposium, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, November 4-6, 1993*, 2nd. ed., Cambridge, Massachusetts, Collection of Historical Scientific Instruments, Harvard University, 281-292.

COTTER, C. H. (1968), *A history of nautical astronomy*, London-Sydney-Toronto, Hollis & Carter.

FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, E. (1852), «Memoria sobre las tentativas hechas y premios ofrecidos en España al que resolviese el problema de la longitud en la mar, redactada por ...», En: M. Salvá; P. Sáinz de Baranda, *Colección de documentos inéditos para la historia de España*, Tomo XXI, Madrid, Imp. de la Vda. de Calero, 5-241.

GARCÍA FRANCO, S. (1947), *Historia del arte y ciencia de navegar. Desenvolvimiento histórico de los cuatro términos de la navegación*, Madrid, Instituto Histórico de Marina, 2 vols.

GONZÁLEZ, F. J. (1995), *Instrumentos científicos del Observatorio de San Fernando (siglos XVIII, XIX y XX)*, Madrid, Instituto de Historia y Cultura Naval.

GOULD, R. T. (1978), *John Harrison and his timekeepers*, London, National Maritime Museum.

HOBDEN, H. (1995), *John Harrison and the problem of longitude*, 5th ed., Lincoln, Cosmic Elk.

KING, A. L. (1998) «John Harrison, clockmaker at Barrow; near Barton upon Humber; Lincolnshire: the wooden clocks, 1713-1730». En: W. J. H. Andrewes, *The quest for longitude. The proceedings of the Longitude Symposium, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, November 4-6, 1993*. 2nd. ed., Cambridge, Massachusetts, Collection of Historical Scientific Instruments, Harvard University, 167-188.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979), *El arte de navegar en la España del Renacimiento*, Barcelona, Editorial Labor.

MARTÍNEZ-HIDALGO, J. M. (1946), *Historia de la aguja náutica*, Barcelona, Gustavo Gili.

- QUILL, H. (1976), *John Harrison, Copley medallist and the £20,000 longitude prize*, New House, Sussex, Antiquarian Horological Society.
- SELLÉS, M. (1986), *Astronomía y náutica en la España del Siglo XVIII*, Madrid, UNED. Tesis doctoral dirigida por J.L. Peset Reig.
- SOBEL, D. (1995), *Longitude. The true story of a lone genius who solved the greatest scientific problem of his time*, N. York, Walker and company. Obra que ha sido traducida al castellano por F. Casas, y publicada, en 1997, por la editorial Debate, con el título: *Longitud. La verdadera historia de un genio solitario que resolvió el mayor problema científico de su tiempo*.
- WHITTLE, E. S. (1984), *The inventor of the marine chronometer. John Harrison of Foulby (1693-1776)*, Wakefield, Wakefield Historical Publications.
- WILLIAMS, J. E. D. (1994), *From sails to satellites. The origin and development of navigational science*, Oxford-N.York-Melbourne, Oxford University Press.

LES LENTS I LA MILLORA DE LA VISIÓ. HISTÒRIA D'UN DESCOBRIMENT

**Ignasi Juvells, Rosa Maria Moliné
i José Ramon de Francisco Moneo**

Laboratori d'Òptica. Departament de Física Aplicada i Òptica. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *lents, ulleres, defectes de la visió, lents de correcció.*

Lenses and vision enhancement. The history of a discovery.

Summary: Lenses have been used by man since long time ago. It seems that the first lenses were used with ceremonial purposes to focus Sun rays and catch fire. Even though lenses have subsequently become the basis of optical instruments employed in all branches of Science, the practical aspect most useful to humankind is its use as corrective devices for vision defects. In this paper we present in retrospect the invention of eyeglasses (lens used as vision aids). We explain different versions of its discovery circa the end of the 13th century. These were eyeglasses made with converging lenses, employed to compensate the loss of vision with age (presbyopia). Also, we show the first pictorial representation, dated 1352, of a person wearing eyeglasses. Finally, we deal with the appearance of diverging lenses, used for correction of myopia at the end of the 15th century, and we show what it is surely the first painting in which one is portrayed.

Key words: *lenses, eyeglasses, defective vision, correction lenses.*

1. Introducció

Les lents són uns elements òptics que eren coneguts i van ser utilitzats per l'home des de temps molt antics, a les civilitzacions d'Assíria, Egipte, Creta, Grècia o Roma. Sembla ser que la utilitat de les primeres lents tenia caràcter cerimonial, i es feien servir com a lupa per concentrar la llum del sol i encendre foc. En realitat, la paraula *focus*, punt de convergència de la llum, prové del llatí, i s'utilitzava per descriure el lloc on es col·locava el foc a l'altar dels sacrificis (Pérez Irisarri, 1958: 5).

Encara que posteriorment les lents han arribat a ser la base dels instruments òptics (telescopis, microscopis, cameres fotogràfiques o videocàmeres, espectrògrafs, interferòmetres, làsers, fibres òptiques, etc.) usats en totes les branques de la ciència i la tècnica actual, l'aspecte pràctic més popular, més difós i, sens dubte, més profitós per a la humanitat, és la utilització de les lents per a la correcció dels defectes de la visió. En aquest treball volem ana-

litzar l'origen d'aquesta aplicació de les lents, origen que, segons la documentació existent, pot tenir diferents versions.

2. Les primeres lents

A la bibliografia hi ha referències a les lents, sempre convergents, que s'han trobat a diferents llocs, i que se citen com les més antigues localitzades:

- *Creta* (fa uns 3000 o 3500 anys). Dues lents d'uns 2 cm de diàmetre i 2.5 cm de focal, descobertes per E. J. Forsdyke i M. Woolley, que es troben al British Museum.
- *Assíria*, ruïnes del palau del rei Sennacherib (705-681 aC) a Nimrud (a prop de Nínive). Una lent plano-convexa de quars, d'uns 4 cm de diàmetre i 10 cm de focal, descoberta per l'arqueòleg britànic Sir Henry Layard, que es troba també al British Museum.

Com ja s'ha dit, la utilitat d'aquestes primeres lents era la d'encendre foc concentrant la llum del sol, sobre tot a les cerimònies religioses. La primera referència escrita que ens descriu aquestes propietats de les lents és d'Aristòfanes (452-385 aC) a l'obra *Els núvols*, on explica aquesta aplicació per encendre el foc a l'altar dels sacrificis.

La primera cita que fa referència a altres propietats de les lents es troba a les obres de Sèneca (3-65), on menciona l'amplificació de les imatges que es produeix a través d'un globus d'aigua.

A la mateixa època, Plini (23-79) comenta que Neró observava els combats del circ a través d'una maragda. Encara que no explica amb quina finalitat ho feia, tot fa pensar que només era per l'efecte del color, sense cap finalitat òptica.

Darrerament ha aparegut a la bibliografia una notícia, encara ara força confusa (Graydon, 1999: 8). Segons aquest article, el professor Jay Enoch, de la Universitat de Berkeley, ha estudiat la manera com els egipcis van fabricar els ulls d'algunes estàtues, en particular la de l'escriba que es troba al Louvre, que es pot datar entre els anys 2600 i 2400 aC. El professor Enoch ha comprovat que estan fets de cristall de roca i polits amb molta eficiència, com si fossin lents. La qualitat i el nivell de coneixement que això representa fa que aquest autor es replantegi el nivell de coneixements òptics que tenien els egipcis fa uns 4600 anys.

3. Invenció de les ulleres

Sembla clar que les primeres aplicacions de les lents a la visió varen ser les ulleres formades per lents convergents, utilitzades per millorar la pèrdua de visió amb l'edat (presbícia), aplicades a la lectura. La invenció de les ulleres ha tingut, segons el lloc i el moment, diferents atribucions (Abad, 1952: 30), que es poden resumir de la següent manera:

- Roger Bacon (1214-1292), monjo franciscà d'Oxford. L'any 1276 parla de les lents per a corregir defectes en la seva obra *Opus Majus*. Fa constar que són un invent molt útil per a què els ancians puguin llegir les lletres petites (Abad, 1952: 30).

- Alexandre della Spina, dominicà, mort l'any 1313. Segons dades procedents d'un assaig sobre la història de les ulleres fet per Carlo Dalti (1614-1676), existeixen documents, trobats al monestir de Santa Catalina de Pisa, que expliquen que en va ser l'inventor (Pérez Irisarri, 1987).
- Salvino de Armato. Se li atribueix l'invent l'any 1285. La seva tomba, a Santa Maria Maggiore de Florencia, té un epitafi que recorda el seu invent i diu: *Qui diace Salvino d'Armato degli Armati di Firenze, inventor degli occhiali. Deo gli perdone a peccata. Anno D. MCCCXVII*. Tot i que, tal com diu l'epitafi, Salvino de Armato va morir l'any 1317, la sepultura és molt posterior, de l'any 1841 (Pérez Irisarri, 1987) (Abad, 1952:30).

Encara que les tres atribucions semblen, a primera vista, incompatibles, s'ha publicat una història que les relaciona i unifica (Stong, 1997: 43). Segons aquesta versió dels fets, Roger Bacon va ensenyar les ulleres a un amic, també franciscà, Heinrich Goethals, el qual va anar a Florència l'any 1285 i va passar la informació a Salvino de Armato a través del pare de la Spina.

Una versió semblant, però amb més detalls (Abad, 1952: 30), explica que Goethals fou enviat per la seva orde a Roma per presentar una súplica al Papa i que, segurament, portava unes ulleres fetes pel seu amic Bacon, que per aquelles dates era a la presó. Quan va arribar a Roma acabava de morir el Papa Martí IV i es va veure obligat a esperar l'elecció del seu successor. Segurament Alejandro della Spina devia veure les ulleres i les va copiar. S'ha de tenir en compte que Goethals difícilment podia conèixer el secret de la fabricació de les ulleres, que era cosa de Bacon, i, per tant, no podia explicar-lo. Aquesta versió, però, no es pot acceptar al peu de la lletra. El Papa Martí IV (1281-1285) es va veure involucrat en les lluites entre Carles d'Anjou i Pere III de Catalunya, relacionades, sobretot, amb Sicília, les quals van donar lloc a les anomenades *vespres sicilianes*. Com a conseqüència d'això, va haver de marxar de Roma i va morir a Perusa, on va ser elegit el seu successor Honorat IV (1285-1287). Així, els fets descrits no podien haver passat a Roma, però sí a Perusa. Així, es manté la trama argumental, però no la descripció detallada dels fets.

De totes maneres, sigui qui sigui l'inventor, sembla que va ser a Itàlia on es varen desenvolupar primer les ulleres. Hi ha diferents notícies que corroboren aquesta idea. Per una banda, en un manuscrit de Florència de l'any 1299, que té per títol *Lilibam mediceae*, es parla de la utilització de les ulleres per millorar la visió. Una mica més tard, l'any 1305, Giordano de Rivas parla en un sermó de les ulleres i diu que no tenen més de 20 anys d'existència. A més, qui va escriure el sermó diu que coneix l'inventor. (Pérez Irisarri, 1958: 8).

4. Primeres representacions artístiques

Les primeres representacions artístiques conegudes de personatges amb ulleres també ens porten a Itàlia, a les pintures realitzades per Tommaso da Modena (1326-1379) l'any 1352 (Pérez Irisarri, 1958: 5). Són els retrats del Cardenal Hug de Provença (amb ulleres) i del cardenal Nicolau de Ruen (amb una lent de lectura a la ma), en els frescos de la Sala Capitular del convent de Sant Niccolò, a Treviso. Formen part d'un cicle de frescos dedicat a *Quaranta savis dominicans*. És tracta del conjunt de dues bateries de vint cel·les d'estudi

idèntiques, cadascuna ocupada per un sant, beat, papa o cardenal, amb els hàbits dominicans i amb una inscripció amb el nom. Són retrats realitzats amb un realisme poc usual per a la data en què es van fer. Tal com ho descriu un manual d'art (Perig, 1999:93), per una banda es presenten diferents aspectes de l'ús dels estris d'escriure (plomes, tinta etc.) i, sobre tot, es fa un estudi de les característiques personals de cada personatge representat: dèbils i forts, alegres i amargats, prims i grassos, normals i miops. És en aquest context que s'explica la representació de les ulleres, és a dir, la manifestació d'un defecte i d'una característica personal que encara devia ser molt nova. És curiós observar que l'autor que fa aquesta descripció del cicle de pintures, l'estudiós d'art A. Perig, parla de la miopia com a defecte que es representa, quan, en realitat, es tracta de la presbícia o vista cansada, deficiència relacionada amb les dificultats de lectura causades per l'edat.

5. Lents còncaues: correcció de la miopia

Les lents còncaues (negatives), utilitzades per a la correcció de la miopia, no apareixen fins molt més tard, a finals del segle XV. La primera menció la fa Niccolò de Cusa en el llibre *De Berillo*, escrit l'any 1450.

Com a anècdota relacionada amb aquest fet, es pot explicar que el Papa Lleó X (1475-1521), que era molt miop i era aficionat a la caça, a les caceres utilitzava lents còncaues que li permetien veure bé els objectes llunyans. En el Museu de la Ciència de Florència es conserva una d'aquestes lents, que té -12 diòptries i 75 mm de diàmetre (Pérez Irisarri, 1987). Això ens porta a la que podria ser la primera representació d'una lent divergent. Es tracta d'un retrat que Rafael (1483-1520) va fer de Lleó X l'any 1518, en el que el Papa porta una d'aquestes lents a la mà. La forma de la superfície i els reflexos fan pensar que és còncaua. D'aquest quadre hi ha dues rèpliques, una al museu dels Uffizi de Florència i una altra al Museo Nazionale di Capodimonte, a Nàpols; aquesta última podria no ser una pintura de Rafael, sinó una copia d'Andrea del Sarto.

De totes formes, l'aplicació de les lents divergents a la visió era encara poc coneguda, fins i tot en aquest període, ja que els tractats de l'època segueixen dient que la miopia és incurable (Abad, 1952: 30).

6. Consideracions finals

Sembla que la idea de la correcció dels defectes de la visió utilitzant lents es pot atribuir a Roger Bacon, ja que, documentalment, és el primer que parla d'aquesta possibilitat (any 1285).

Per altra banda, tot apunta a què el desenvolupament inicial de les ulleres va tenir lloc a Itàlia, tal com ho demostren les diferents atribucions a inventors italians i les primeres representacions pictòriques conegudes (any 1352).

Posteriorment, i amb una certa rapidesa, la naixent indústria de l'òptica va passar d'Itàlia a Alemanya, i durant un llarg període Nuremberg va ser el centre de fabricació d'ulleres. En aquesta ciutat apareix, l'any 1438, el primer gremi de mestres fabricants d'ulleres.

L'ús de la propietat que tenen les lents de formar imatges, és força posterior. Leo-

nardo da Vinci (1452-1519) va dissenyar diferents instruments, però és Giambattista della Porta (1535-1615) qui, l'any 1589, descriu a la seva obra *Magia Naturalis* sistemes òptics formats per combinacions de lents i miralls.

És per aquesta època, a les darreries del segle XVI o als inicis del XVII, que es desenvolupen els primers telescopis i microscopis i s'inicia el ràpid avenç de la instrumentació òptica.

Bibliografia

- ABAD DE CELA, F. (1952), «Notas sobre la Historia de la Optica», *El Optico Profesional*, 1, 30-36.
- GRAYDON, O. (1999), «Ancient Egyptian optics astonishes lens designers», *Opto & Laser Europe*, 64, 8.
- PÉREZ IRISARRI, F. J. (1958), «Tecnología Óptica», *El Optico Profesional*, 63, 5-10.
- PÉREZ IRISARRI, F. J. (1987), *Historia de la Optica*, Barcelona, Publ. Industrias de Optica S.A. (INDO).
- PERRIN, A. (1999), «La pintura y la escultura de la Baja Edad Media». A: TOMAN, R. (ed.), *El Arte en la Italia del Renacimiento*, Colonia, Könemann, 91-93.
- STONG, C. L. (1997), «Construcción de un microscopio», *Investigación y Ciencia, Temas* 6, 42-44.



Figura 1. Gravats que reproduïen la làpida de la tomba de Salvino d'Armato a Santa Maria Maggiore de Florència, amb l'epitafi que li atribueix la invenció de les ulleres.



Figura 2. Decoració de la Sala Capitular del convent dominicà de San Niccolò, a Treviso (any 1352), obra de Tommaso da Modena (1326-1379).



Figura 3. Retrat del cardenal Hug de Provença amb ulleres. Primera representació pictòrica d'un personatge amb ulleres. Detall de la figura 2.



Figura 4. Retrat del Papa Lleó X amb dos cardenals, obra de Rafael (1483-1520) l'any 1518. Galeria degli Uffizi (Florència). El Papa porta una lent a la mà.



Figura 5. Detall de la figura 4 en la que es veu que la lent que porta Lleó X s'ha representat de manera que sembli còncava.

LA ASTROLOGÍA COMETARIA DE UN DOMINICO ESPAÑOL A FINALES DEL SIGLO XVI

Tayra M^a Carmen Lanuza Navarro

Instituto de Estudios Históricos sobre la Ciencia «López Piñero».

Paraules clau: *Astrología, Cometas, Juan de Victoria, España en el siglo XVI.*

Cometary Astrology of an Spanish Dominican at the end of the XVIth Century

Summary: *Juan de Victoria, a Dominican friar, wrote in 1589 a work about the astrological significations of the comets, and his text reflects the changes in the cosmology and some of the fundaments of the spanish astrology during the Renaissance.*

Keywords: *Astrology, Comets, Juan de Victoria, Spain at the XVIth Century.*

El objetivo de este trabajo es analizar en su contexto histórico una obra de connotaciones astrológicas, centrando nuestra atención concretamente en sus juicios acerca de los cometas, dado que el texto es fundamentalmente un catálogo de cometas asociados a los hechos históricos.

1. Presentación del manuscrito

El manuscrito está conservado en la Biblioteca Nacional de Madrid, con la signatura Ms.8880. El autor es un fraile dominico llamado fray Juan de Victoria Cortazar Axpura Araeta Gamarra (según aparece en el primer folio). De él sólo sabemos, aparte de su condición de religioso y de su interés por el mundo natural, que escribió una *Historia de los Reyes de España* (manuscrito también conservado en Madrid, pero que está tan dañado que resulta imposible leerlo). El texto que nos ocupa contiene una serie de obras que abarcan todos los temas referidos a la Naturaleza: los cometas, los animales, las plantas, las aguas y ríos y «las cosas que no tienen vida». Es un libro de folios de papel encuadernado en pergamino verde con hierros dorados que contiene 363 hojas manuscritas a doble cara. El papel, de 230 × 160 mm, alberga una caja de aproximadamente 170 × 120 mm, con un número de líneas alrededor de las 34. La letra es una humanística cursiva, personal del autor de la obra. Todo el texto contiene tachaduras —y notas marginales en las que se destaca normalmente el tema de que tratan las líneas junto a las que se encuentra— o bien citas bibliográficas o fechas. Está escrito en castellano con citas en latín.

El texto que trata sobre los cometas fue escrito, como indica el propio autor, entre 1589 y 1592 y está dividido en dos libros titulados «de los cometas, fenómenos y portentos». En cada hoja del segundo libro está escrita la fecha a la que se refiere el texto, en las primeras, dice «años ante de Cristo», en las siguientes, «años de Cristo», y en las últimas, que son la mayoría, «1590, 1591, y 1592».

2. Contenido

El primero de estos dos *libros de cometas, fenómenos y portentos* comienza con un prólogo en que el autor expone los temas que va a tratar en la obra: la generación de los cometas y visiones y qué significan. Por lo tanto el texto contendrá una parte astronómica (según los conceptos actuales de las palabras), descriptiva, física, sobre los cometas; y otra parte astrológica, sobre su significación.

En la mayoría de los pronósticos cometarios, aunque sean textos astrológicos, es habitual encontrar reflexiones sobre la materia y forma de los cometas. Lo que no aparece en el tratado de Victoria son cálculos matemáticos sobre la posición de los cometas ni sobre su curso en el cielo.

Respecto a la materia, considera Victoria que los cometas son exhalaciones, vapores, humos y ventosidades que expele la Tierra, con la ayuda del calor del Sol, los planetas y las constelaciones (siguiendo la tradición ptolemaico-aristotélica), y que lo hace, como el cuerpo humano, para purgarse y limpiarse. De esta idea se derivaba el temor habitual a las desgracias y castástrofes que causan los cometas, puesto que se consideraba que esos vapores podían contener materias dañinas o ser de algún modo tóxicos para los seres vivos, y ser causa de enfermedades e incluso, alterando los caracteres de los hombres, de las guerras y enfrentamientos. A continuación el fraile explica que los cometas son utilizados por Dios para enviar señales a los hombres, una de las ideas sobre estos fenómenos más extendidas en la época, resultado de los esfuerzos de fusión entre la astrología y el Cristianismo que realizaron los astrólogos durante los siglos XV y XVI. Sin embargo, se remarca claramente, por esa misma razón, que «nada puede con el libre albedrío» (una afirmación necesaria a los astrólogos para no entrar en conflicto con las creencias cristianas). Para apoyar esta idea el fraile cita a Aristóteles y a Santo Tomás.

Los siguientes capítulos se refieren a los tipos de cometas que hay, en qué lugares se engendran, cuándo, cuántos y de qué materia son. El fraile expone y dibuja los tipos de cometas: el cabeza de mujer (con cabellera), hipias, pognias...

Pero lo que resulta especialmente interesante en sus reflexiones acerca de la generación de los cometas y el lugar en que se encuentran en el cielo, son sus afirmaciones antiaristotélicas: dice, por ejemplo, que algunas veces no se puede dudar de «que los cometas no se engendran en la región etheria», y que «son engendrados de la materia del mismo cielo», «que los cielos no son ingenerables ni incorruptibles». Esto, afirma, consta por los paralajes y matemáticas de los triángulos (aunque no incluye ninguna demostración matemática ni cita autor en que encontrarla), y dice que «si Aristóteles y otros que lo niegan fueran buenos astrólogos y perfectos matemáticos no lo negarían». Habían pasado ya veinte años desde la supernova de 1572 (acerca de la cual Victoria hace al principio de la obra un breve comentario en el que se muestra convencido de que está sobre el cielo de la Luna) y las polémicas

que suscitó, y observamos que la idea de la incorruptibilidad de los cielos iba siendo poco a poco abandonada.

En el capítulo séptimo, *de muchas maneras que hay de cometas y color*, comienzan las reflexiones astrológicas. Dice Victoria que los cometas son semejantes al planeta que los engendra y hace una lista de las significaciones de los colores de los planetas. Explica que éstos engendran cometas en su exaltación, nombrando cuál es la constelación para cada planeta, pero anotando que no siempre que un planeta está en su exaltación produce cometas y que también los eclipses y las máximas o grandes conjunciones los producen (esto último está en relación con la teoría proveniente de la astrología árabe medieval de las grandes conjunciones, que estaba muy extendida en la Europa Renacentista). El resto del capítulo está dedicado a una descripción de las características de cada planeta, de los cometas que produce y de sus significaciones. Como ejemplo, dice de Saturno que es un planeta melancolísimo, terrestre, frío, seco, malignísimo, feo, falso y en sus obras enemigo del hombre; que produce cometas negros, oscuros y cenicientos (es decir, del tipo NIGER), y que sus significaciones son malignas: sequedad, frialdad, melancolía, esterilidad, cuartanas, mortandad etc. Además de las características de los cometas de los planetas (incluyendo el Sol y la Luna, como era habitual en la época), da también las de los cometas que se producen en la cabeza del Dragón y en su cola. La consideración de que estos puntos del cielo tienen una importancia astrológica proviene de la más antigua astrología, desde su mismo origen, y puede encontrarse desde luego en la recopilación ptolemaica.

Respecto a la duración de los efectos de los cometas, en los capítulos once y doce encontramos una larga lista de las opiniones de autoridades de todas las épocas acerca de ello, pero su propia opinión, y esto es una excepción en el texto, no sigue estrictamente a estas autoridades, sino que apela a la propia experiencia para concluir: «Finalmente yo no hallo cierta y infalible regla para esto, lo que la experiencia me ha enseñado des del año 1555 que he observado los notables cometas que a avido el año 1556, 1572, 1577 y 1580 es que apenas habían acabado cuando comenzaron las malignas y mortales enfermedades y fiebres (...), muertes de reyes y señaladas personas, mortandad, hambre, guerras...».

Todo lo que resta de este primer libro sobre cometas son reflexiones sobre las predicciones astrológicas a gran escala, es decir, a nivel no individual sino colectivo. El texto de Victoria no se refiere únicamente a los cometas en estos aspectos, sino que busca la explicación astral a los grandes acontecimientos de la historia de la humanidad. Para ello empieza por anotar, como ha hecho en cualquier tema, las opiniones de los grandes filósofos, astrólogos y teólogos de todos los tiempos. Desde la Grecia clásica hasta su propia época. Es en este contexto en el que hace una breve reflexión acerca de las ideas copernicanas. Sus palabras son las siguientes: «y lo que Nicolás Copérnico dice que las grandes cosas y mudanzas se atribuyen al movimiento del Sol en su cielo eccéntrico es falso en la manera que él lo entiende a lo menos, porque atribuye estas grandes cosas y las influencias a la Tierra y a su movimiento y centro suyo, y que los cielos no se mueven sino la Tierra, que es contra la Divina Scriptura...» (fol. 39r). La afirmación de que la Tierra se mueve, y no el Sol, supondría, según su visión, que este movimiento es el que causa lo que el llama «las grandes mudanzas en el mundo». Las implicaciones de esta idea no son conciliables con su tradicional visión astrológica del universo (evidentemente geocentrista); pero finalmente la rechaza, como solía ocurrir, por una razón teológica: «va contra la Divina Escritura».

El segundo libro de esta obra consiste, como hemos dicho, en una lista de cometas y

otros fenómenos, que el fraile va poniendo en relación con los hechos ocurridos esos mismos años. Su objetivo era ése desde un principio: «conformándome con lo que he leído pondré los cometas de que tengo noticia en forma de sumario y catálogo». Este no es un proyecto original: en el siglo XVI, y también con anterioridad, se redactaron muchos catálogos de cometas, entre ellos el de Antonio Mizaldo, que el propio Victoria cita varias veces, o el de Rodrigo Zamorano. La estructura general del texto es histórica: los seis primeros capítulos (el ordinal «quinto» está repetido) tratan *de los fenómenos que hubo ante de Cristo*. Del sexto al quincuagésimotercero, los títulos se refieren a *fenómenos, acontecimientos y cosas de los años de Cristo*, pero a partir del quincuagésimocuarto, se trata *de otras cosas de los años del rey don Felipe*. Esos últimos capítulos dejan de listar fenómenos extraños y cometas (aunque siguen apareciendo algunos) y consisten en un relato histórico de los acontecimientos ocurridos en España y Europa durante el reinado de Felipe II.

A lo largo de todo el texto Victoria cita autores de todas las épocas, desde filósofos griegos a astrólogos árabes. Los más citados son los historiadores, en los que se apoya para escribir el segundo libro. Encontramos citados a Aristóteles, a Platón, a Ptolomeo, a Averroes, Avicena, Albumasar, Alcabicio, Marco Manilio, Julio Firmico, y, contemporáneos suyos que se ocuparon de astronomía o astrología, como Luca Gaurico, Gemma Frisius, Cornelius Gemma, Cipriano Leowitz, Nostradamus, Regiomontano y una larga lista de hasta 240 autores identificados.

A lo dicho debemos añadir que la astrología que defiende fray Juan de Victoria se reduce a una creencia profunda en la teoría de las Grandes Conjunciones como causantes de los grandes cambios en el mundo, con muchas referencias a los autores árabes que explicaron y desarrollaron esta teoría y a la extendida idea (en el siglo XVI) de que los cometas son señales enviadas por Dios a los hombres para que estén prevenidos de las desgracias que se avecinan (causadas por sus pecados) y se arrepientan y hagan penitencia, citando, para apoyar esta afirmación, a astrónomos y astrólogos europeos contemporáneos suyos. La primera idea proviene de la astrología árabe medieval y fue una de las partes de la astrología que en el aspecto científico de la polémica moderna se rechazó por ser una adición posterior a la astrología «verdadera y pura», la ptolemaica, a la que se intentaba regresar. Y la segunda es uno de los resultados de la mezcla entre las creencias supersticiosas, la astrología natural y las directrices vaticanas que para el Catolicismo se dieron en esa época.

Bibliografía

- BOUCHE-LECLERC, A. (reed. Bruxelles 1963), *Astrologie grecque*, París.
- CAPP, B. (1979), *English almanacs: 1500-1800. Astrology and popular press*, Leiden, Brill.
- CURRY, P. (1987), *Astrology, Science and Society. Historical essays*, Suffolk, The Boydell Press.
- HURTADO TORRES, A. (1984), *La astrología en la literatura del siglo de oro*, Alicante, Instituto de Estudios Alicantinos.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979), *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor.
- MUÑOZ, J. (1981), *Libro del nuevo cometa (Valencia, Pedro de Huete, 1573. Littera as Bart-*

holomaeum Reisacherum (1574). *Summa del Prognostico del Cometa* (Valencia, Juan Navarro, 1578). Introduction, Appendices and Anthology by Víctor Navarro Brotóns, Valencia, Hispaniae Scientia.

NAVARRO BROTONS, V. (1981), «La obra astronómica de Jerónimo Muñoz» (Introducción a la edición del *Libro del Nuevo Cometa* y otros trabajos de J. Muñoz), Valencia, Hispania Scientia.

THORNDIKE, *A History of Magic and experimental Science*, Nova York, Columbia University Press.

PANORAMA DE TÈCNIQUES ASTROLÒGIQUES A LA CATALUNYA DEL XV I XVI

John Lucas

Institute for Social and International Studies. Portland State University.

Paraules clau: *astrologia popular, màgia, pseudociència, pronosticació, Catalunya als segles XV i XVI.*

Panorama of Astrological Techniques in 15th and 16th Century Catalonia

Summary: This paper explores the importance of astrology, astrological magic, and other popular forms of prognostication in Catalonia during the fourteenth and fifteenth centuries. The corpus of material on these topics in Catalan is still in need of classification. Too superstitious for historians of science and yet somehow too scientific for literary scholars, many such texts have gone unnoticed. Recent studies suggest that there was once a rich tradition of popular astrological techniques, fruit of the cultural diversity present in medieval and early modern Catalonia. The study of these works reveals that, far from mere imitations, the Catalan texts are a product of medieval syncretism, the mingling of traditions, and the development of new ideas.

Key words: popular astrology, magic, pseudo-science, prognostication, fifteenth and sixteenth century Catalonia.

Aquesta comunicació té com objectiu principal l'exploració del panorama de les ciències ocultes en llengua catalana entre els segles XV i XVI i l'avaluació dels estudis recents sobre aquest corpus de matèria. El criteri modern accepta aquests textos com a expressió d'una pseudociència marginal, però sol dubtar a l'hora de considerar-los dins del marc de la història de la ciència. No obstant això, sabem que uns quants científics renaixentistes de gran erudició —com ara Francis Bacon (1561-1626)— es deixaven seduir per les ciències ocultes en totes les seves manifestacions: l'astrologia, la màgia, la numerologia, etc. Segons William Eamon, aquestes ciències dites ocultes —lluny d'ésser marginals— formen el «missing link», l'anella perduda, entre la màgia clàssica dels grecs i els àrabs i el mètode científic modern (1994, p. 9). Si aquests arguments són certs, els textos que ens queden són d'incalculable valor perquè són testimonis dels canvis culturals que van conduir a una reavaluació de les ciències ocultes i, més endavant, a una autèntica revolució científica al segle XVII.

Segurament el lamentable estat de conservació d'alguns textos, la falta d'un sistema de classificació estàndard i l'hermetisme dels mateixos textos expliquen perquè el corpus català de ciències ocultes, en gran mesura, encara queda per investigar. Amb la nostra modesta

aportació esperem contribuir a rectificar aquesta situació. L'espai ens obliga a limitar l'estudi a tres manifestacions de les ciències ocultes: l'astrologia judicial, l'astronumerologia, i l'astrologia màgica. Comencem per situar l'astrologia popular dins de la història social de Catalunya entre els segles XV i XVI i dins del marc europeu.

A manera d'introducció, observem que l'astrologia popular es distingeix de l'astronomia, també dita *astrologia natural* a l'edat mitjana, tant per la seva manera d'expressar-se com per la seva finalitat. L'astrologia popular dels segles XV-XVI sol expressar-se en llengua vernacla i es troba en llibres de secrets, almanacs i calendaris, els quals formen un gènere literari sincrètic, fruit de múltiples tradicions culturals i lingüístiques. Tractant-se d'una vessant popular, aquests textos astrològics estan sovint desprovistos del seu aparell teòric, i, per tant, es podria argumentar que formen part de la tècnica i no pas de la ciència (Eamon, 1994, p. 59).

La finalitat de l'astrologia popular és la pronosticació per tal de controlar o mitigar els processos no observables de la naturalesa. N'existeixen diverses denominacions, de manera que quan l'astrologia ajuda els pagesos a triar el dia propici per a fer la collita, quan diu als reis si han de declarar la guerra, o indica als comerciants si reeixiran en els seus negocis, s'anomena *astrologia judicial*. Quan el simbolisme astrològic es barreja amb la numerologia semítica o grega, es diu *astronumerologia* i, finalment, quan apel·la a processos sobrenaturals i hermètics mitjançant les oracions a Déu o a dimonis, o fent servir els talismans astrològics fets per a atraure la influència dels planetes, es considera *astrologia màgica*.

Per contrast, l'astrologia natural (viz. astronomia) es tracta d'una ciència descriptiva que no cerca preveure o manipular la naturalesa, i es pot expressar tant en llengua vulgar com en llatí. Fins i tot l'astrologia natural (però no pas la màgia) formava part dels estudis universitaris, especialment a la Facultat de Medicina (Grant 1996, p. 137). La divisió entre astrologia i astronomia, encara que fos borrosa, era tant vàlida a l'època medieval com avui dia. De fet, la divisió gaudeix d'una llarga tradició textual, de la qual les *Etimologies* d'Isidre de Sevilla en són un exemple.¹

L'astrologia popular sobreviu a l'edat mitjana malgrat l'oposició eclesiàstica, que cercava esborrar-ne tota traça. Ara bé, l'Església catòlica medieval creia fermament en l'eficàcia dels astròlegs, però temia que els seus practicants es poguessin convertir en perillosos i poderosos demagogs amb l'ajuda del dimoni. El projecte d'eliminar l'astrologia no tingué èxit i, irònicament, l'Església n'és parcialment responsable: els astròlegs es veien forçats a amagar-se del poder de l'Església i, per tant, treballaven lluny del seu control (Flint 1991, p. 24).

Quant a la història de la ciència, l'astrologia popular, com l'hem definida, servia per a introduir el concepte d'experimentació al segle XII. La tradició textual és plena de llibres dits *experimentaria* que contenen receptes, fórmules i tècniques astrològiques. Al principi, és clar, *experimentus* implicava més aviat una experiència personal i no pas un procediment rigorós. De totes maneres, si la ciència clàssica s'havia ocupat només dels fets observables, els

1. «Inter Astronomiam autem et Astrologiam aliquid differt. Nam Astronomia caeli conversionem, ortus, oobitus motusque siderum continet, vel qua ex causa ita vocentur. Astrologia ver partim naturalis, partim supersticiosa est. 2. Naturalis, dum exequitur solis et lunae cursus, vel stellarum certas temporum stationes. Superstitiosa vero est illa quam mathematici sequuntur, qui in stellis auguriantur...» (ISIDRE DE SEVILLA, *Etymologiae* 3.27, p. 1-2).

experimental de l'edat mitjana també exploraven processos dits *sobrenaturals*, com el magnetisme, que no es podien explicar racionalment a base de les propietats dels seus materials, en aquest cas la pedra.

Aquest concepte d'*experimentus*, innovador al segle XII, canviaria radicalment el curs de la ciència natural que Aristòtil havia definit senzillament com la *capacitat d'explicar les causes de fenòmens naturals observables* (citat a Eamon 1994, p. 53). Recordem que Tommaso Campanella (1568-1639) associava la invenció de la pólvora i de la impremta amb la màgia.² La reparició de textos grecs i àrabs al segle XII duia a la primera petita reavaluació de l'astrologia. Però segons Valerie Flint, el que va canviar aleshores va ser la complicitat de l'Església, que aprenia a fer servir l'astrologia grega i àrab per a fins eclesiàstics, com ara el *computus* o el càlcul de les festes religioses movibles (1991, p. 12).

La veritable revolució cultural i científica vindria després, però, amb l'humanisme i una revaloració de l'experiència personal com a forma legítima de recerca. L'humanisme italià també sabia valorar epistemologies no racionals com la màgia, tot i que s'esmerava a trobar-hi una connexió amb la ciència, com ara tindrem ocasió de veure. La idea patristica de considerar l'astrologia i la màgia com instruments del diable va anar cedint a una apreciació de tot allò que era sobrenatural com una expressió de la llei natural. És a dir, les estrelles podrien influir sobre els homes en transmetre'ls la voluntat de Déu. *Homo sapiens dominabitur astris*, «l'home savi dominarà els astres», esdevingué el nou lema dels astròlegs religiosos italians i es veu repetit de moltes maneres en els textos catalans de l'època que hem estudiat (e.g. *Tractat de prenostication*, Tresbéns, etc.).

Aquest renaixement de l'astrologia, que començà a Itàlia, es pot apreciar també a Catalunya, però l'evidència textual que en tenim és més pobra a causa de les mateixes raons que condicionen la producció científica al segle XV, i de les quals en podem esmentar quatre com a més importants. En primer lloc, hi ha una sèrie d'esdeveniments polítics i culturals que són deguts a un decandiment general en la producció literària i científica catalana. En segon lloc, les ciències ocultes sovint constitueixen una manifestació popularitzant i senzilla que la ciència posterior, sobretot després del segle XVII, no va saber valorar. Per tant, molts d'aquests textos són reciclats o destruïts. En tercer lloc, la influència humanística que derivava del Renaixement italià i que revalorava les ciències ocultes no és present fins a la primera traducció de Petrarca, l'any 1388, però la influència d'aquesta obra mai no s'acaba de consolidar al Principat de Catalunya.³ Finalment, hi podem apreciar la influència de les cultures jueva i àrab.

La cort de Pere III (1335-1387) representa una època de prosperitat en els àmbits del comerç, de les arts i de les lletres catalanes. No cal insistir gaire en que l'astronomia catalana d'aquesta època és de les millors del món occidental. Si bé la recerca científica és de caire pràctic, algunes obres comencen a revelar una nova sensibilitat a l'alquímia i a l'astrologia

2. «Tutto quello che si fa dalli scienziati imitando la natura o aiutandola con l'arte ignota, no solo alla plebe bassa, ma alla comunità degli uomini, si dice opera magica...L'invenzione della polvere dell'archibugio e delle stampe fu cosa magica, e così l'uso della calamita...» (CAMPANELLA, *De màgia*, p. 241-2).

3. La relativa importància de l'humanisme a Catalunya és un tema de debat entre els filòlegs; en tot cas, es pot afirmar que la seva influència sempre es nota més al Regne de Sicília i a València (e.g. NADAL i PRATS, 1996, 2, p. 392; RUBIÓ i BALAGUER, 1964, p. 18-19).

pronòstiga, una sensibilitat que apareix a la cort reial de Pere III, però que floreix amb Joan I (1387-1396).

El *Tractat d'astrologia* de Bartomeu de Tresbéns n'és un exemple perquè accepta obertament l'astrologia judicial pronòstiga, que cerca preveure el dia propici per emprendre diverses tasques i, més important encara, preveure el futur dels homes. Amb el *Tractat* de Tresbéns la penetració de l'astrologia àrab es manifesta amb la seva complicada divisió del zodíac per fraccions de graus i l'ús de les *sorts*, punts concrets al zodíac, que no es poden calcular sense un aparell matemàtic molt elaborat (Vernet i Romano 1957, p. 11).

Si bé el segle XVI es coneix com el de decandiment o de decadència, els antecedents es noten ja a principis del segle XV amb la mort de Martí I d'Aragó (1410) i el Compromís de Casp (1412), que posa fi als conflictes dinàstics. Amb la dinastia Trastàmara, el castellà comença a eclipsar el català a la Cort Reial i s'imposa a la impremta. Els estralls de la plaga i la guerra civil sota el regnat de Joan II (1463-1472) se salden amb pèrdues importants en la població. No obstant aquest panorama negatiu, i malgrat l'evident decadència, l'humanisme literari i les influències del Renaixement italià es consoliden al final del segle XV.

Ferran I estén l'imperi catalanoaragonès pel mar Mediterrani, però mai no conquereix Nàpols, projecte que Alfons I dugué a terme el 1442. Cal esmentar que és des d'aquests regnes d'ultramar que l'humanisme va penetrar a la Catalunya Vella i, més endavant, a tota la Península Ibèrica. Els italians Giovanni Pico della Mirandola (1463-1494) i Marsilio Ficino (1433-99) són dos clergues, astròlegs i mags que cercen conjugar la ciència i la màgia. La seva influència es pot apreciar en el valencià Geroni Torrella, que publica el seu *De Ymaginibus* el 1496, amb una dedicatòria al rei Ferran II (1452-1516).

El *De Ymaginibus* de Torrella constitueix, probablement, l'únic tractat original, a la Corona d'Aragó, sobre l'astrologia talismànica. Els talismans eren figures tallades sobre pedra o segells metàl·lics dissenyats per a atraure la influència dels planetes. Ficino havia defensat aquesta pràctica aparentment supersticiosa amb explicacions científiques⁴ a efectes que la matèria i no la figura astrològica podria atraure la influència dels planetes. Torrella, tot i que no cita Ficino expressament, li segueix els passos al *De Ymaginibus*, i evidencia que el pensament italià havia penetrat a la Corona d'Aragó (Rotzoll, p. 236). El tractat de Torrella, redactat en llatí i ple de referències erudites, no es pot considerar pas un text popular. No obstant això, l'existència d'aquesta obra demostra que hi havia gran interès en l'astrologia i en la ciència popular per part dels científics de la península. Com apunta López Piñero, l'obra de Torrella defensa la fabricació de talismans com a tècnica útil pels metges (1979, p. 1975).

L'astrologia judicial de Tresbéns i la màgia talismànica de Torrella, que acabem de veure, tenen una altra manifestació molt més popular: els almanacs i llunaris. Aquests tractats en llengua vulgar figuren entre les publicacions més importants sobre astrologia popular, i en constitueixen l'única branca ben estudiada. Aquí podem fer esment de dos estudis importants: Chabàs i Roca estudien l'àmpliament difós *lunari* del català Bernat de Granollachs (1985) i Delbrugge edita i estudia el *Reportorio de los tiempos*, d'Andrés de Li, que incorpora i elabora el *Lunari* tot traçant possibles connexions entre Li i Granollachs (1999).

El corpus català encara té altres fonts com, per exemple, la miscel·lània dita *Tencar*,

4. «...fabrica figurarum non alibi efficaciam habeat, quam ubi materia cum stella congruit et effectum, a qua hunc faber exoptat accipere; ac praeterea ubi haec ipsa materia quasi iam talis est ab initio, qualem affectas reddere per figuram» (FICINO, *De vita* 3.17, p. 104-109).

un manuscrit de voltants els anys 1420-1430 que reuneix una gran varietat de materials astrològics fragmentaris. L'edició de Vela Palomares és una aportació important que ens permet de postular, per exemple, l'existència d'una edició catalana del pseudohipocràtic *Picatrix*, un dels textos medievals més important sobre la màgia (1997, p. 113). Finalment, esmentem una obra *sui generis* en el corpus català, el *Tractat de prenosticació de la vida natural dels hòmens*, que ens permet d'avaluar l'astronumerologia, fruit de la confluència de cultures semítiques al país. L'apologia de la màgia astrològica afegida a aquest text tergiversa les reprovacions de l'astrologia del papa Gregori el Gran, emprant-los per fer-ne una defensa original (Lucas, 2000, p. 113). Referències a l'astrologia hindú i àrab en el text figuren entre les úniques a la península, i marquen una diferència amb els autors renaixentistes italians, els quals preferien fonts gregues (Vernet i Romano 1957, p. 10).

Dels materials no investigats, aquí podem citar només els més curiosos recollits a la Bibliografia de Textos Catalans Antics (BITECA),⁵ obra informatitzada encara en procés d'elaboració. Dins de la tradició d'astrologia lunar trobem un *Tractat de tot lo cos de la lluna*, recollit dins de les *Flors de medicines* de 1450-1500 (BITECA n. 2605). Un dels més prometedors incunables es troba a Ripoll (BITECA n. 2114) i reuneix el *Tractat d'astrologia* de Tresbèns, ja editat (Vernet i Romano 1957), i diverses obres no investigades. A València tenim un altre *Tractat d'astrologia*, que data de 1400-1410 i versa sobre l'astrologia judicial (BITECA n. 1313).

Fins aquí hem explorat el panorama històric i crític del corpus català d'astrologia popular per a demostrar que Catalunya, malgrat l'estat de la documentació que tenim, va participar plenament en la reavaluació de les ciències ocultes a final de l'edat mitjana entre els segles XV-XVI i, a més, va fer-ne unes aportacions importants gràcies a la seva situació geogràfica i a la seva cultura. No obstant això, la labor crítica sobre les ciències ocultes a Catalunya està lluny d'ésser completa, i el paper de Catalunya en la difusió de l'astrologia popular i el pes de la seva aportació haurà d'esperar fins que el corpus textual estigui exhaurit. Esperem que aquesta aportació ajudi als nostres col·legues a participar en aquesta tasca.

Bibliografia

- CAMPANELLA, T. (1925), *Del senso delle cose e della màgia: testo inedito italiano con le varianti dei codici e delle due edizioni latine*, Bari, Giusseppi Lateza i Figli, B. Croce et al. (ed.).
- CHABÁS, J.; ROCA, A. (1985), *El lunari de Bernat de Granollachs: alguns aspectes de la història de l'astronomia a la Catalunya del quatre-cents*, Barcelona, Fundació Salvador Vives i Casajuana.
- DELBRUGGE, L. (ed.) (1999), *Reportorio de los tiempos* (Andrés de Li), Londres, Tàmesis.
- EAMON, W. (1994), *Science and the Secrets of Nature: Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture*, Princeton, Princeton UP.
- FICINO, M. (1989), *De vita*, Binghamton, Renaissance Society of America, C. Kaske i J. Clark (trad. i ed.).

5. Les referències a la base de dades BITECA es poden consultar a Internet: <http://sunsite.berkeley.edu/PhiloBiblon/phsea.html>.

- FLINT, V. I. J. (1991), *The Rise of Magic in the Middle Ages*, Oxford, Clarendon.
- GRANT, E. (1996), *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages: Their Religious, Institutional, and Intellectual Contexts*, Cambridge, Cambridge UP.
- ISIDRO DE SEVILLA (1937), *Etimologiae*, Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos, 2 vol., J. Oroz Reta i M. Casquero *et al.* (ed.).
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979), *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor.
- LUCAS, J. (2000), *Tractat de prenosticion de la vida natural dels hòmens. A Fifteenth Century Catalan Astrological Treatise*. Textual Study, Critical Edition, and Paleographic Transcription, State College, Pennsylvania State University (Tesi doctoral).
- NADAL, J.; PRATS, M. (1996), *Història de la llengua catalana*, Barcelona, Edicions 62.
- ROTZOLL, M. (1991), «Osservazioni sul *De Imaginibus astrologicis* di Geronimo Torrella», *Rinascimento: Rivista dell' Instituto Nazionale di studi sul Rinascimento*, 31, p. 219-237.
- RUBIÓ I BALAGUER, J. (1984), *Història de la literatura catalana*, Barcelona, Abadia de Montserrat, T. Clota (trans.).
- TRACTAT *de pronosticació de la vida natural dels hòmens* (c. 1485), Barcelona, Biblioteca de Catalunya (Sig.: Bon X-V-II).
- VELA PALOMARES, S. (1997), *Tencar: una miscel·lània d'astrologia del segle XV a Andorra*, Andorra la Vella, Consell General d'Andorra.
- VERNET, J.; ROMANO, D. (ed.) (1957), *Tractat d'astrologia* (Bernat de Tresbéns), Barcelona, Biblioteca Catalana d'Obres Antigues.

LA REVISTA *CIÈNCIA* (1926-1933), PRIMERA REVISTA DE CIÈNCIES I DE TÈCNICA EN CATALÀ

Joan March Noguera

Paraula clau: *Ciència* (1926-1933)

The magazine *Ciència* (1926-1933), the first magazine of science and technology on catalan language.

Summary: *The magazine «Ciència» appeared in a not too good moment to Catalunya: in the Primo de Rivera's dictatorship. However, it really was a good moment for science and technology written in Catalan language. Several facts, among them the «Lletra de Convit» (1901), the creation of the Ebre's Observatory (1905), the First International Meeting about Catalan Language (1906), the foundation of the Catalan Studies Institute (1907) with its Section of Science and their publications (1911), the First Meeting of Doctors of Catalan Language (1913) and the next had, all together created a good atmosphere to the use of catalan language for a communication in the sciences grounds*

Key word: *Ciència* (1926-1933)

La revista va sortir en un moment no especialment propici per a Catalunya des d'el punt de vista polític, ja que s'estava en plena dictadura de Primo de Rivera.¹ Malgrat tot, des de el punt de vista de la ciència i la tècnica i de l'ús extens de la llengua catalana sí que era un bon moment, ja que fets com la *Lletra de Convit* (1901), la creació de l'Observatori de l'Ebre (1905), el I Congrés Internacional de la Llengua Catalana (1906), la creació de l'Institut d'Estudis Catalans (1907), amb la Secció de Ciències i les seves publicacions (1911), el Primer Congrés dels Metges de Llengua Catalana (1913) i els següents havien creat una atmosfera favorable a la utilització del català com a llengua normal de comunicació en els àmbits científics.

La revista, d'ideologia catalanista, complirà, durant els anys que es va mantenir al carrer, els objectius marcats en el seu número 1 en el *Pòrtic* que, entre altres coses, deia el següent:

«...En el conjunt de la tasca, gran en extensió i en intensitat, de l' «Institut d'Estudis Catalans», les matèries científiques hi eren amplament, intel·ligentment tractades. Però avui, l'Institut, màxima autoritat intel·lectual per tots reconeguda,

1. Segons me va fer saber Antoni Roca, que va tenir ocasió de parlar amb el seu director Ramon Peypoch, va sortir com un acte de reafirmació catalanista enfront de la dictadura.

viu en obligat silenci. I és precisament la mancança forçosa d'aquesta veu enyorada, un dels majors motius que ens estimula per a la

publicació de CIENCIA, que en voldria ésser la continuadora, modesta en la realització, però fidel en l'esperit...».

La revista, nascuda a una època de llibertats restringides (febrer de 1926), va morir en el moment en què aquestes pareixien sòlidament restablertes (febrer de 1933), després d'haver donat a la llum 53 números. La revista va sortir lligada al grup editorial Catalònia², creat a l'entorn de la llibreria del mateix nom, l'any 1924, amb orientació catalanista, i que va dur a terme una gran activitat com a editora de revistes i col·leccions de llibres en català, truncada per la Guerra Civil l'any 1939.

El seu director fou el perit químic Ramon Peypoch (1898-1984)³, fundador, a l'entorn de la revista, l'any 1929, de la Societat de Química de Catalunya, que va donar lloc l'any 1932 a la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques, amb la convergència del grup d'Eduard Fontserè (1870-1970).

L'esquema de la revista en relació a les seves seccions, amb alguna excepció, va ser sempre el següent:

A) *Articles de divulgació científica*: en sentit ampli sobre temes d'actualitat o sobre investigacions actuals.

B) *Extractes*: sovint denominada *Extractes i Traduccions* a la que apareixien extractes d'investigacions d'actualitat apareguts a altres revistes o sobre originals d'investigacions en curs.

C) *Bibliografia*: varen aparèixer ressenyes bibliogràfiques de pràcticament tot el món al llarg dels 53 números.

D) *Notícies i Comentaris*: es feia referència a qualsevol notícia que es produís sobre ciència; congressos, reunions, invents, premis, etc. El darrer any, aquesta secció va aparèixer sota el nom de *Varietats*.

2. L'editorial fundada per tres destacats catalanistes del moment, Manel Borràs de Quadras, Josep Maria Cruzet i Sanfeliu (1903-1962) —fundador després de la guerra civil de l'editorial Selecta (1943)— i Antoni López i Llausàs (1888-1979) va ser de les més importants de Catalunya abans de la guerra. A tall d'exemple va ser l'editorial que va publicar el *Diccionari General de la llengua catalana*, de Pompeu Fabra, va publicar també la col·lecció d'autors estrangers traduïts al català anomenada Biblioteca Univers, i la de biografies, titulada Quaderns Blaus etc. És també l'editora de revistes com *D'Aci i d'Allà*, *Agricultura i Ramaderia*, *Economia i Finances* etc. Antoni López, exiliat l'any 1936 a Sud-amèrica, va organitzar, junt amb Rafel Vehils, la important editorial en castellà Editorial Sudamericana.

3. Ramon Peypoch Pich (1898-1984). Natural de Barcelona. Va obtenir el títol de perit químic i es va especialitzar en el tractament industrial del cautxú. Va ser membre fundador de la Societat de Química de Catalunya i, posteriorment, de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques, filial de l'Institut d'Estudis Catalans. Dins aquest camp cal fer referència al fet que fou president de l'Escola Catalana Mossèn Cinto. Va exercir de periodista com a fundador i director de Ciència i posteriorment com a gerent de *La Publicitat* des de 1935 a 1939. A l'exili a Mèxic va treure a la llum la revista *Vida Catalana* en castellà. Com a polític va militar a la Lliga Regionalista i, més tard, a Acció Catalana A Catalunya va ser membre del Consell d'Economia i, una vegada exiliat a Mèxic, va destacar com a promotor cultural fundant l'Institut Català de Cultura i la Sala Guimerà perquè es poguessin fer representacions teatrals en català.

Des d'aquest esquema és interessant estudiar cada una de les seccions, tenint en compte els científics que hi van participar i el seu contingut.

A. Articles de divulgació científica

En primer lloc per fer una valoració de l'elevat nivell intel·lectual que va assolir la revista, val la pena analitzar la llista dels 30 articulistes que transcriu a continuació, escollits entre més d'un centenar, que varen publicar articles a la revista:

Miquel A. Baltà (1892-1964), químic i farmacèutic; Bonaventura Bassegoda (1896-1987), arquitecte; Josep Ramon Bataller (1890-1962), geòleg i paleontòleg; Jesús Maria Bellido (1880-1952), metge i veterinari; Francesc Blasi (1895-1951), industrial i mecenes; Pere Bosch (1891-1974), historiador i arqueòleg; Rafael Candel (1903-1974), geoquímic; Rosend Carrasco (1892-1990), metge; Joaquim Carreras (1894-1968), filòsof i historiador; Leandre Cervera (1891-1964), metge i veterinari; Josep Comas (1868-1937), astrònom; Lleó Conill (1872-1944), botànic i mestre; Joan Crexells (1896-1926), escriptor; Bartomeu Darder (1894-1944), geòleg i veterinari; Josep Estalella (1879-1938), físic i químic; Paul Fournier (1877-1964), botànic; Alexandre Galí (1886-1969), pedagog i historiador; Ramon Peypoch (1898-1984), perit químic; August Pi i Sunyer (1879-1965), metge i fisiòleg; Carles Pi i Sunyer (1888-1971), enginyer i economista; Santiago Pi i Sunyer (1893-1981), metge i fisiòleg; Ignasi Puig (1887-1961), químic i astrònom; Antoni Quintana (1908-1998), químic i historiador; Lluís Rodés (1881-1939), astrònom; Jaume Serra Hunter (1878-1943), filòsof; Josep Sureda Blanes (1890-1984); químic i apotecari.

La revista, a més, va treure cinc números monogràfics, que reflectien l'equilibri que va procurar mantenir la publicació durant el temps que va sortir; així en dos d'aquests números la majoria dels articles es podrien considerar tècnics, en altres dos científics i en l'altre versaven sobre la història de la ciència.

El primer dels números monogràfics va ser el número 5 datat a juny de 1926, dedicat a homenatjar Ramon Turró (1854-1926), que acabava de morir, i al qual uns quants dels seus deixebles retien homenatge des de caires diversos. Així, a part de dos treballs del mateix Turró, varen sortir a la llum articles d'en Leandre Cervera, Agustí Pi i Sunyer, Georges Dwelshauvers, Miquel A. Baltà, Pere Domingo i J. M. Bellido, que donaven una visió molt ampla de la seva figura. Aquest número, a més, es completava amb una crònica de l'homenatge tributat per la Generalitat a Ramon Turró i un estudi bibliogràfic de la seva obra.

El segon número monogràfic està datat a desembre de 1926 i correspon al número 11 de la revista; presenta un caràcter més tècnic que científic. El tema escollit va ser el de la indústria del cautxú, tema molt estimat per Peypoch, ja que la seva feina a una empresa del sector era el seu mitjà de vida, i quan va haver d'exiliar-se a Mèxic a conseqüència de la Guerra Civil, va seguir treballant en el sector del cautxú. Així, en aquest número hi trobam un treball ben documentat i molt extens de Peypoch, *El cautxú i la seva indústria*, a més d'articles de Francesc Blasi, Rogeli Serra i Xavier Tusell, i també tota una sèrie d'articles escrits per la redacció de la revista.

El número monogràfic que donà més sensació de modernitat a la revista va ser el 36, datat a març-juny de 1930, el qual va girar entorn a *L'Exposició de Barcelona (1929-1930)*. Presenta un conjunt d'articles brillants d'articulistes que, en aquell moment, eren de primera

fila, tals com Lluís Duran, Joan Lasarte, Bonaventura Bassegoda, J de C. Serra-Rafols, Santiago Rubió, Marian Foyé, Josep Borrell, Manuel Vidal, Miquel Coll, J. Uthoff, Tirs Fuentes, Epifani de Fortuny, Antoni Homs i Manuel Claver, que varen donar una idea molt completa de l'Exposició i del que significaven, cara a la ciència, els avanços tècnics que s'hi presentaven.

El número 41, datat a 20 de juny de 1931, va ser un número monogràfic sobre adobs, amb articles molt tècnics i extensos d'Elias Bartos, Josep M. Solé, Francesc Hernández, Àngel Julià, Lluís Ferrer i Josep Estalella.

El darrer número monogràfic, el 48, de 20 de setembre de 1932, tracta un tema semblant que al primer: fa un homenatge a un científic, en aquest cas a Antoni Martí i Franqués (1750-1832) (Martí d'Ardenya), químic i botànic. La revista va reproduir les intervencions d'una colla de col·laboradors de la revista i també l'acte oficial d'homenatge, celebrat a Tarragona, impulsat per la Generalitat. Així, trobam les intervencions del seu biògraf, Antoni Quintana, de Pius Font, de Josep Estalella, i d'Enric Moles. Pareix interessant fer una breu ressenya d'una de les intervencions, reflectida a les pàgines 112, 113, 114, duta a terme per Pius Font:

Martí Franqués, Botànic

«L'italià Spallanzani no creia en la generalitat de la teoria sexual de Linné; i tots els seus esforços eren per fer veure si en determinades espècies no hi havia necessitat de la concurrència dels dos sexes perquè pogués arribar el fruit; l'any 1785 publicà una obra titulada Observacions per a establir la història natural de la fecundació en els regnes animal i vegetal. I hem de dir que Martí, àdhuc en aquella època en què era difícil procurar-se la bibliografia necessària a un home científic, estava tan al dia que quatre anys més tard iniciava una sèrie d'experiències per a demostrar a Spallanzani que havia hagut error en les seves observacions.

Aquest va ésser el fruit de Martí en els seus Experiments i observacions sobre el Sexe i fecundació de les plantes...»

B. Extractes

Els extractes varen ser sempre ben escollits, fent un equilibri entre els de publicacions tècniques i científiques; així, trobam extractes de treballs sobre bioquímica, electricitat, metal·lúrgia, fisicoquímica, mecànica, química, indústria tèxtil, construcció i geologia fonamentalment.

Possiblement els extractes més importants que va publicar la revista al llarg de la seva història varen ser els del curs «The Rodes Lectures 1931», resultat de tres conferències que va donar Albert Einstein a Oxford durant una de les seves gires per Europa amb la finalitat de popularitzar les seves teories. Els extractes, traduïts de l'anglès al català, varen ser publicats al número 43, datat a gener de 1932, a les pàgines 152, 153 i 154. Transcriu a continuació un fragment de l'extracte de la primera de les conferències:

Contingut essencial i problemes presents

«La teoria espacial de la relativitat és realment caracteritzada per un espai mètric pseudo-euclidià de quatre dimensions. Les seves bases físiques generals són les equacions electromagnètiques de Maxwell i, més especialment, l'aberració de la llum i els experiments de Fizeau i Michelson. El temps per una banda i l'espai de tres dimensions per l'altra, perden llur caràcter absolut; queden continguts dins l'espai de quatre dimensions.

La teoria general de la relativitat, és en realitat, caracteritzada per un sistema mètric de Riemann, de quatre dimensions. Són les seves bases físiques: la igualtat de massa gravitatoria i inercial; les afinitats físiques (equivalència) entre un sistema coordinat accelerat i un tipus especial de camp gravitatori. La mètrica de Riemann descriu, per un costat, les propietats mètriques de l'espai, és a dir, les abstraccions que poden ésser fetes per mitja de mesures amb rellotges i regles graduades i, per altre costat, el camp gravitatori, és a dir, determina els camins al llarg dels quals es mouen les partícules elèctriques neutres...»

C. Bibliografia

A part de ressenyes d'autors catalans i de la resta de l'Estat, la llista d'autors estrangers ressenyats és molt interessant així; hi trobam, entre altres: el geògraf francès Raoul Blanchard (1877-1965); el químic alemany Herman Walter Nernst (1864-1941), Premi Nobel de Química l'any 1920; l'enginyer mecànic hongarès Aurel Stodola (1859-1942); el físic anglès Josep John Thompson (1856-1940); el matemàtic i físic francès Paul J. Boulvin (1855-1930); el físic anglès Alexandre Wood; el tecnòleg francès Georges Claude (1870-1960); el geòleg canadenc L. William Colet; el sismòleg alemany Beno Gutenberg (1889-1960); el zoòleg alemany Alfred Kühn (1885-1968).

D. Notícies i comentaris

Normalment es recollien petites notícies sobre reunions o esdeveniments científics de qualsevol banda del món. Després, aquesta secció es va subdividir, i sovint apareixien notícies de les distintes societats científiques aparegudes a Catalunya, tal com la que va aparèixer al darrer número de la revista, de la qual transcriu un fragment com una bona mostra del que eren les ocupacions de la comunitat científica en aquell moment, concretament de gener de 1933:

*Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques.
Sessions del 10 i 17 de gener
Nomenclatura científica i tècnica*

«Complint l'ofertament formulat per la junta directiva en l'Assamblea General del mes d'octubre darrer, tots els associats foren convocats a la primera ses-

sió del mes de gener, que tingué lloc el dia 10 al Casal del Metge i per a la qual s'havia assenyalat el tema «Conserva dedica a Nomenclatura científica i tècnica».

Com diu aquest tema, es tractava d'una reunió sense ponent i així aquesta es descabdellà en to de conversa, en la qual intervingueren tots els presents per a donar llur opinió i suggerències. El canvi d'impressions fou molt ampli, i en el seu transcurs es posaren a discussió alguns temes concrets sobre dels quals, naturalment no recaigué acord sinó que quedaren plantejats per a una ulterior discussió.

S'acordà procedir a la creació d'un Cedralari de Nomenclatura tècnica, per a la formació del qual s'editaran unes cèdules que seran transmeses a tots els associats, pregant-los que, mitjançant elles proposin els mots o expressions que judiquin adequats per als diferents objectes operacions o fenòmens científics i tècnics, la denominació dels quals no hagi estat, encara creada o fixada clarament...»

Ramon Peypoch va ser el director de la revista durant tota la seva existència, i el seu paper, més que de director, era el d'home orquestra, de forma que quan varen caure damunt seua responsabilitats polítiques i va haver de deixar la direcció, la revista va deixar de publicar-se. El motiu és que no existia un vertader cos de redacció, segons va explicar Peypoch a Antoni Roca, i aquest últim m'ho va contar a mi.

Malgrat tot, a la portada del Volum VII, corresponent al curs 1932-1933, hi trobam que hi figuren, a més de Peypoch com a director, un *Consell de direcció* format per:

Rafael Candel i Vila; Leandre Cervera; Antoni Cumella i Pau; Josep Grau i Cases; Enric Rebés i Castellà; Francesc Riera i Nadeu; Santiago Rubió i Tudurí; Josep de C. Serra i Ràfols; Enric Soler i Torres; Joan Visa i Llach.

L'any 1980, sota el nom de *Ciència*, va sortir una revista que els seus promotors varen considerar hereva de l'esperit de la primera *Ciència* i que, malgrat l'entusiasme dels promotors, no va poder superar els set anys de durada de la primera. Així, l'any 1987 va desaparèixer per segona vegada la revista.

Per finalitzar, voldria transcriure un altre fragment del *Pòrtic* fundacional de la primera *Ciència* que, malgrat hagin passat 75 anys des de la seva publicació, el que expressa és encara vigent a hores d'ara:

«En el moment de veure la llum, CIÈNCIA vol explicar als qui la llegeixin, els motius i l'objecte de la seva publicació. En poc temps, la bibliografia en llengua catalana s'ha arrelat i s'ha estès d'una manera esperançadora; però és fàcil constatar com en el conjunt de llibres, revistes i periòdics darrerament apareguts, els de caràcter científic hi són en proporció mínima, ... Això es comprendria, si la nostra cultura fos exclusivament literària, històrica, o circumscrita a qualsevol de les branques del pensament que compten amb aportacions catalanes més nodrides. Però no és així; les disciplines científiques més diverses tenen entre nosaltres conreadors valuosos; la vida i la riquesa de la nostra es fonamenta en una intensa activitat tècnica. El nombre reduït de publicacions d'aquest caràcter sembla doncs degut, més que a una causa bàsica, incorregible, a una manca d'oportunitat i de

costum. CIÈNCIA, voldria ésser l'estímul i oferir el mitjà per corregir aquest retard i donar a la bibliografia científica en llengua nostra, el lloc i la importància que li pertocuen...»

Per últim cal demanar-se si és necessària una nova *Ciència* i, si així fos, si seria possible la seva existència tant del punt de vista econòmic com social.

ANTICS CULTIUS DE VINYA, ARA DESAPAREGUTS, A LA PLANA DE VIC

Gemma Mataró Vázquez

Universitat de Vic.

Paraules clau: *vinya, plana de Vic, fil·loxera, segle XIX.*

Summary: *The vineyard growing disappeared in the «Plana de Vic» in the XIXth century, although it had existed during ten centuries. In this study is present a research to know the causes and the circumstances of the disappearance at the wine activity in the «Plana».*

Key words: *vineyard, plana de Vic, phylloxera, XIXth century.*

Introducció

A la plana de Vic, el conreu de vinya hi va ser present des del segle IX fins a finals del segle XIX. Durant onze segles la vinya va ser un cultiu molt important a la plana, encara que hi va haver unes devallades al llarg dels anys, com més endavant s'especificarà.

El coneixement de la presència de vinya a la zona durant aquests onze segles ha estat possible gràcies a una anàlisi de la història de la plana de Vic, a visites a arxius municipals i entrevistes a alguns habitants de les poblacions de la plana, a converses amb persones coneixedores del tema, com ara el Sr. Carles Puigferrat i el Sr. Felip Vall, i a la consulta de la bibliografia existent relacionada amb la plana de Vic i el conreu de la vinya; i també s'ha consultat bibliografia relacionada amb el conreu de la vinya a altres indrets de Catalunya i d'Europa.

La vinya

Gràcies a la documentació existent, es pot confirmar l'existència del conreu de vinya a la plana de Vic des del segle IX. El document original més antic que s'ha pogut consultar està datat a l'any 890. De tota manera, és gairebé segur que hi havia vinya en anys anteriors a aquest, ja que no s'ha trobat cap referència en els documents estudiats que remarqués que aquest cultiu fos nou a la plana. Per aquesta raó, tot fa pensar que la vinya no va ser un cultiu innovador del segle IX. En canvi, sí que es pot dir que el segle IX és l'inici de tota una documentació datada al llarg dels anys fins arribar al segle XIX.

El document de l'any 890 (figura 1) es pot trobar a l'arxiu episcopal de Vic, i el seu contingut ens confirma la venda d'unes vinyes ubicades en terres de la plana.

L'objectiu d'aquest estudi és conèixer les zones que tenien cultiu de vinya i la importància d'aquest cultiu respecte a altres cultius existents. També s'ha intentat fer una caracterització de la vinya i, així, poder datar-ne l'origen, admirar el seu curs i referenciar la seva davallada i, finalment, explicar les raons i les circumstàncies de la seva desaparició. Per aconseguir això, de tota la documentació primària recollida tan sols farem al·lusió a aquella més representativa de cada segle i, alhora, anirem donant unes petites pinzellades per oferir una visió més global sobre cada època, intentant relacionar el cultiu de la vinya i la seva importància dins la societat i l'economia existents. L'any 918, més concretament el 17 de juliol, un matrimoni dona a un altre la meitat d'una vinya, situada dins el terme de Vic. També es troba documentació que acredita l'existència de vinyes a la mateixa zona els anys 948, 957 i 973, entre d'altres.

Durant l'edat mitjana la producció vinícola tenia força importància a la plana. El procés del jueu Salomó Vidal ens prova que les vacances de verema no eren menys importants que les de sega.¹ Un testimoni que confirma el fet històric del conreu de vi a la plana és l'existència de toponímia que, majoritàriament, es relaciona amb indrets i cases, com ara: Torrent de Vinyoles, Pla de la Vinya, Vinyets, Vinyes de la Serra, els del majolar; llocs que encara avui dia es poden visitar. També s'ha trobat documentació que dona fe de l'existència de vinya, concretament dels anys 1230 i 1305.

Sobre les runes de l'antiga ciutat d'Osona va construir-se Vic, que fou la seva successora. El procés del desenrotllament urbà es verificà gradualment durant el decurs de tres segles, i restà assolit des d'aleshores com a *ciutat de Vic*. Al seu entorn aparegueren els masos, enmig de terres i de vinyes de conreu. En el decurs del segle XII havia quedat estesa tota la xarxa de carrers i places que formà el tram urbanístic de la ciutat, i es pot destacar l'existència d'un portal que, més tard, es dirà de Malloles.²

Durant els segles XIII-XIV els mercats setmanals estaven molt arrelats a la ciutat de Vic. El rei Jaume I, el 1316, va concedir la creació de fires durant els primers dies de setembre; així doncs, podem afirmar que el comerç a la zona tenia una gran importància i estava en alça.

L'any 1223, a la reunió dels vassalls del Senyor de Gurb per capbrevar el seu domini, fou fet el capbreu del vi,³ la qual cosa demostra que gran part de les cases del terme collien vi. També, per un privilegi, l'onze de desembre de 1318 es donà protecció al vi que es produïa de les veremes procedents dels cultius de la vinya, aleshores molt estesa per la comarca, per tal d'evitar la competència forastera que en desvalorava els preus. La clara importància de la producció vinícola s'observa també en el fet que el vi no tan sols era utilitzat per al consum particular de cada casa, sinó que una part del que es produïa era venut a Vic, on el comerç fou molt considerable durant els segles XIV i XV.⁴

1. Vacances que es realitzaven per Sant Miquel de Setembre. Veg. Corbella Aliama. 1156.

2. Topònim de vinya.

3. Bofill, *Castell de Gurb*, p. 706.

4. Serra, *Les vinyes de la Plana de Vic*, p. 18-25.

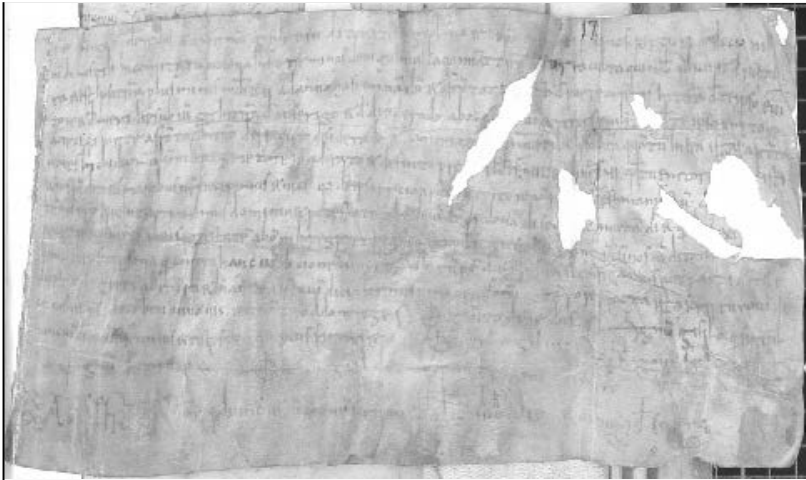


Fig.1

En el segle XVI hi ha un decaïment social i econòmic a la plana de Vic, i l'escassa població rural disseminada pels masos de les parròquies de la plana no donava prou per sostenir les produccions menestrals, cosa que provocà una minva del mercat ciutadà; a més a més, estava tancada la porta a les exportacions.⁵ Les ordenacions de 1567 ja donen disposicions perquè hom pugui tenir una major abundància de vi de la terra i s'eviti una excessiva importació. Com a representació de l'estat econòmic en què es vivia i de la importància que tenia la vinya i el vi respecte a la resta de conreus existents durant aquest segle, a continuació presentarem una relació dels ingressos normals percebuts pel Consell de la ciutat de Vic el 1575.⁶ (figura 2)

Desaparició

Felip II va atorgar un privilegi el 29 d'abril de 1593 pel qual concedia a la ciutat de Vic, mitjançant una exposició presentada pels seus consellers,⁷ un altre mostassaf, ja fos forani o de la Parròquia, per protegir la ciutat i les seves vinyes i també les de la resta de la plana. El motiu d'aquest privilegi és que es començava a viure una situació no gaire òptima, perquè les poques vinyes que existien en aquells moments —en comparació amb pocs anys enrere—, varen ser talades i malmeses per part de francesos i rodmons estrangers que es trobaven a la ciutat de Vic, factor que va provocar que els pagesos acabessin de talar i abandonessin gran

5. Junyent, *La ciutat de Vic i la seva història*, p. 170.

6. Junyent, *La ciutat de Vic i la seva història*, p. 181.

7. Serra, *Arxiu*, p. 175.

ASSUMPTE	INGRESSOS
	(Lliures)
Imposit i cabeçatge	404
Sabateria	188
Sal i oli	71
Verema	42
Peix	30
Farina	31
Blat	67
Fleca	261
Cana	28
Barra	37
Vi	582
Farços	30
Tenderia i ferreria	300
Honors i posicions	62
Fruita	144

Fig. 2

part de les vinyes.⁸ El fet que el sector vinícola disminuís a la plana de Vic fou un factor negatiu per a l'economia de la societat, que fins i tot va provocar una disminució d'habitants a la mateixa ciutat, tal com va passar a la resta de pobles de la plana, que es veien obligats a marxar a altres zones.

Com a resultat del conjunt de factors que tenen lloc al llarg del segle XVI, el món vinícola de la plana pateix una important davallada, encara que no es pot dir que desaparegui del tot, ja que es pot trobar documentació pertanyent a aquest segle, com una de datada l'any 1570,⁹ que ens fa saber que es feia la verema a una població de la plana de Vic. L'any 1575¹⁰ trobem una relació de sous amb una quantitat de terra vinícola treballada; per altra part, també podem datar la verema a la plana, ja que a una informació recollida l'any 1578,¹¹ hi diu que a darrers de setembre es feia la verema.

Com a representació de la situació que es vivia en aquest temps, citarem unes paraules que els consellers exposaren al rei l'any 1594:¹² «La ciutat de Vic està situada en terra circuida de muntanyes, sense passatge d'algun camí principal en el seu territori. El més que s'hi cull és blat i poc vi, i per consegüent, té molt poc tracte, comerç i negoci i concurs de gent. Hi

8. Serra, *Arxiu*, p. 175.

9. Munter, *Arxiu*, p. 31.

10. Munter, *Arxiu*, p. 31.

11. Munter, *Arxiu*, p. 31.

12. Junyent, *La ciutat de Vic i la seva història*, p. 170-171.

ha molt poques cases de llargs patrimonis, els oficis hi estan molt arruïnats per causa d'haver faltat els negocis i exercici de paireria de llana, que era del que més se sustentava. Altrament, molts ciutadans se'n són anats per altres parts, d'on de pocs anys ençà és vinguda la dita ciutat a disminució i ruïna». D'aquest i altres articles es desprèn que, a inicis del segle XVII, el cultiu de les vinyes havia de ser tant o més important que el dels cereals, ja que en les ordenacions de Vic de l'any 1603, en expressar la naturalesa dels sembrats, sovint s'hi repeteix la frase «vinya, hort o altra propietat».¹³ Així doncs, la vinya persistia a la plana de Vic malgrat la pèssima situació viscuda al llarg del segle anterior. El 30 d'abril de 1604 es van escriure articles sobre el vi, en els quals hi diu que l'impost sobre aquest, juntament amb la pólvora, és el principal patrimoni de la ciutat.¹⁴ Hi ha una llarga relació de documentació relacionada amb la vinya del segle XVII, la qual mostra que es continua conreant en aquestes terres. Per exemple, hi ha documentació de l'any 1614 que ens diu que hi ha una vinya a Tona.¹⁵

En una súplica adreçada el 1638 per la Confraria dels blanquers al Consell de Vic s'hi pot observar que el valor anual del vi pujava a unes 25.000 lliures, i que ja no s'esdevenia, com abans, que molts dels habitants de la plana visquessin principalment de la producció vinícola.¹⁶ L'any 1653 s'especifica el que una persona podria arribar a guanyar si hagués plantat vinya al mas Camps. L'any 1668 existeix l'arrendament d'unes vinyes.¹⁷ L'any 1677 se'n fa saber que hi ha una certa quantitat de vinya plantada a Centelles.¹⁸ Segons aquesta petita, però molt significativa, relació de documents anteriors, podríem afirmar que el cultiu vinícola tenia força al llarg del segle XVII. La vinya serà present durant dos segles més, els segles XVIII i XIX, encara que la seva importància econòmica anirà disminuint a mesura que el cultiu de cereals guanyant terreny. A continuació presentarem una relació de documents que confirmen la permanència de les vinyes al llarg del segle XVIII: l'any 1712 es fa referència a l'existència d'una vinya a Tona;¹⁹ l'any 1729 es comunica la venda d'un celler a Centelles;²⁰ segons un cens del Bisbat, l'any 1780 es pot dir que a Tona s'obtenien 30 càrregues de vi, i a Gurb 15 càrregues.²¹

13. Serra, *Arxiu*, p. 170.

14. Serra, *Arxiu*, p. 181.

15. Calvet, *Arxiu*, fol. 34

16. Serra, *Vinyes*, p. 37-40.

17. Alavall, *Arxiu*, fol. 32.

18. Alavall, *Arxiu*, fol. 238.

19. Balenyà, *Arxiu*, p. 36.

20. Balenyà, *Arxiu*, p. 38.

21. Antoni Pladevall, *Tona, mil cent anys d'història*, p. 284.

Durant els anys compresos entre el 1870 i el 1900 hi va haver una revifalla del vi del país a conseqüència de l'entrada de la fil·loxera a França i a Europa. Això va provocar que la vinya augmentés el seu valor, i que fins i tot s'elaborés el tipus de vi que França demanava. Però aquest augment de producció de vi durà tan sols un període de 30 anys, perquè el 1900 la fil·loxera s'introduïa a Espanya i en molt poc temps arrasava tot cep existent al llarg de la nostra regió.

Conclusions

D'una manera molt concisa i clara, podem dir que la causa de la desaparició del cultiu de vinya a la plana de Vic va ser l'entrada de la fil·loxera. Aquest factor va fer impossible la persistència de cap cep existent en aquell moment a qualsevol indret de la plana.

A més, també es poden esclarir els factors que van anar marcant la davallada progressiva del producte vinícola. El primer factor a ressaltar és que la vinya necessita una climatologia determinada i específica, que a la plana no existia; és a dir, les condicions climatològiques de la zona no eren gaire favorables per a un bo i òptim desenvolupament del cep.²² En canvi, el cultiu de cereal s'adapta molt més bé a aquestes condicions, cosa que propiciarà que avui el trobem més integrat i unit a aquesta terra. Com a resultat, i tenint una visió general del procés evolutiu del tema al llarg d'aquests segles, es pot afirmar que el conreu del vi fou substituït pel dels cereals,²³ ja que els cereals proporcionaven una aportació econòmica a la societat molt més elevada que no pas el cultiu de vinya; així, aquest és el segon factor, de la davallada de la vinya a la plana.

Per últim, parlarem de les mesures de líquids essent les del vi les més utilitzades. Les mesures que s'utilitzaven a Barcelona són la base de comparació; aquestes mesures són les següents:²⁴ càrrega: equival a trenta-dos quaters; mitja càrrega: equival a setze quaters; barreló: equival a vuit quaters; mig quarter: equival a seixanta-quatre parts de càrrega; quarteró: quarta part de quarter i cent vint, vuitena part de càrrega; mig quarteró: vuitena part de quarter i dos-cents cinquanta, sisena part de càrrega. El sistema de Vic i el de la pla és la càrrega de vint-i-quatre quaters, amb una càrrega igual a la de Barcelona, que equival a 121 litres. Les mesures utilitzades a la zona de Vic i a la plana són el quarter i el quartó. I, com a última curiositat, direm que són les mateixes mesures que s'utilitzaven a Cervera.

Bibliografia

ALAVALL, *Arxiu*, fol. 12, fol. 238.

ALSINA I CATALÀ, C.; GASPAR, F. (1990), *Pesos, mides i mesures dels Països Catalans*, Barcelona, Curial.

22. Salarich, *Historia*, p. 300.

23. Salarich, *Historia*, p. 301.

24. Alsina i Català, *Pesos, mides i mesures*, p. 101.

BALENYÀ, *Arxiu*.

BOFILL, *Castell de Gurb*, p. 706.

CALVET, *Arxiu*, fol. 34.

JUNYENT, E. (1980), *La ciutat de Vic i la seva història*, Barcelona, Curial.

MUNTER, *Arxiu*, p. 18-25, 31, 37-40.

PLADEVALL, A. (1990), *Tona, mil cent anys d'història*, Vic, Eumo.

REPARÀS, G. (1928), *La plana de Vic*, Barcelona, Barcino.

SALARICH, J. (1854), *Vich su historia*, Vich, Soler hermanos, p. 300-301.

SERRA, J. (1879), *El archivo municipal de Vich*, Vich, Ramon Anglada y Pujals, p. 175, 180-181.

ESCUELA DE PALAS

Juan Navarro Loidi

I.B.D.G. - G.U.B.I.

Palabras clave: *fortificación, matemáticas, jesuitas, siglo XVII.*

The «Escuela de Palas» treatise

Summary: *The present paper studies the treatise Escuela de Palas, School of Pallas, published in Milan in 1693. It is a long book devoted to mathematics and military techniques. In mathematics a notable level is shown and it follows the Spanish Jesuit J. Zaragoza, generally. The most important theories in fortification are analysed in military studies; it supports Galileo's theories in ballistics and reveals the difficulties of Spanish military men to accept the leadership of Vauban at the end of XVII century.*

Finally it is explained why, despite its merit, this treatise has not had a big influence in the evolution of Spanish military architecture.

Key words: *Fortification, mathematics, Jesuits, XVII century.*

El contenido de la *Escuela de Palas* está resumido en su portada, que dice:

ESCUELA DE PALAS O SEA CURSO MATHEMATICO DIVIDIDO EN XI. TRATADOS, QUE CONTIENEN La Arithmetica, Geometria Especulativa, Practica, Lugares planos, Dados de Euclides, Esphera, Geographia, Algebra Numerosa, y Especiosa, Trigonometria y Logarithmica, y ultimamente el ARTE MILITAR, Donde se proponen, y dibuxan con primor las Construcciones de los Autores famosos Antiguos, y Modernos. Se explica con facilidad la Fortificacion Regular, Irregular, y manera de delinear todas sus partes sobre el Terreno. Se discurre con claridad de la forma de marchar, acampar, aloxar, y aquartelar los Exercitos. Se describe y pinta la Artilleria, Morteros, Fuegos, y quanto se necesita para atacar, y defender las Plazas. Se enseña con brevedad el modo de mandar, y executar los Exercicios Militares de la Infanteria Española. ES OBRA CURIOSA Y PROVECHOSA PARA LA NOBLEZA, Y MILITARES. Sale la primera vez enriquecida de muchas y primorosas Laminas En Milan en la Emprinta Real, por Marcos Antonio Pandulpho Malatesta. Año MDCXCIII CON LICENCIA DE LOS SUPERIORES.

La obra comienza con quince escritos laudatorios. Entre sus firmantes están los mejores matemáticos de Milán de aquel tiempo, como Pedro Pablo Caravaggio, profesor de la Escuela Palatina, o Tomasso Ceva poeta y profesor del colegio de los jesuitas, hermano de

Giovani Ceva y profesor de Sachieri. Entre los españoles sobresale el valenciano José Chafrión, probable responsable de esta obra, que fue Cuartel Maestro General, en Milán y, a partir de 1694, Ingeniero en Jefe del ejército en Cataluña.

Las Matemáticas de la *Escuela de Palas*

Los tratados de matemáticas son, en buena parte, un extracto de las obras del jesuita José Zaragoza¹. En concreto, los tratados de la *Escuela de Palas* se pueden relacionar con los siguientes textos o autores:

Tratado	Fuente
I Arithmetica	<i>Arithmetica Universal</i> de Zaragoza de 1669. “Libro Primero de la Arithmetica Menor” y comienzo del “Libro II De las Rayzes.”
II Geometria Especulativa	<i>Geometría Especulativa y Practica de los Planos y Solidos</i> , de Zaragoza de 1671, la parte especulativa.
III Geometria Practica	<i>Geometría Especulativa y Practica de los Planos y Solidos</i> , de Zaragoza de 1671, la parte práctica
IV Lugares Planos	Zaragoza?
V Dados de Euclides	?
VI Esphera celeste y terraquea	<i>Esphera en comun celeste y terraquea</i> de Zaragoza de 1675
VII Geographia	Riccioli?
VIII Algebra (Numerosa)	<i>Arithmetica Universal</i> de Zaragoza de 1669. “Libro III de la Algebra“
IX Algebra Especiosa	?
X Trigonometria y Logarithmica	<i>Trigonometria Española</i> de Zaragoza de 1672
XI Arte Militar	Original

La aritmética contiene la definición de número y la forma de escribirlos, las operaciones con enteros, los quebrados, la proporcionalidad y sus aplicaciones, las progresiones aritméticas y geométricas y finalmente las raíces cuadradas y cúbicas.

Evita los números negativos e irracionales, y deja de lado la mayor parte de lo que dice Zaragoza en su libro sobre las raíces; pero no duda en utilizarlas en álgebra, por ejemplo en las ecuaciones de segundo grado. Tampoco incluye el capítulo del jesuita dedicado a las fracciones decimales, aunque las usa para aproximar las raíces inexactas. Los capítulos dedicados a la combinatoria, a aplicaciones a la astronomía o a los cuadrados mágicos de la *Aritmetica Universal*, también faltan en la *Escuela de Palas*.

La geometría tiene bastante presencia en este libro, pues se dedican a ella los tratados II, de la Geometría Especulativa, III, de la Geometría Práctica, IV, de los Lugares Planos, y V, de los Dados.

1. Lo decía ya el profesor E. Recasens en su tesis «La *Geometria magna in minimis* de J. Zaragoza», presentada en la U. A. B. en 1991.

Los tratados II y III son una versión pedagógica de los *Elementos* de Euclides. La «Geometría especulativa» comienza con unos «Proemiales» donde van todas las definiciones, axiomas y postulados de los *Elementos*, explicados y agrupados por materias, lejos de la concisión y precisión del texto griego.

El resto de la Geometría Especulativa está dividido en los libros I, II, III, V, VI y XI. En cada uno van los teoremas del libro de los *Elementos* correspondiente, agrupados por materias, salvo en el libro XI en el que están los teoremas de los libros XI y XII.

La geometría práctica se divide en ocho «Problemas». Cada problema recoge las proposiciones prácticas de un libro de los *Elementos*, aunque en algunos se mezclan las de varios libros, y también se introduce alguna cuestión nueva. El octavo problema es diferente, se titula «De los problemas no resueltos» y es una exposición de la situación en que se encontraba, a finales del siglo XVII, la resolución de los problemas clásicos griegos, como la trisección del ángulo, hallar dos medias proporcionales, la inscripción del heptágono o la cuadratura del círculo.

Comparándolo con la *Geometría Especulativa y Practica* de Zaragoza, publicado en 1671, se comprueba que estos dos tratados de la *Escuela de Palas* se han escrito resumiendo y simplificando la obra del jesuita (Navarro Loidi, 1996: 446-449). Por eso son más breves, pero no más fáciles de entender. Incluso alguna simplificación lleva a incorrecciones.

El «Tratado IV De Los Lugares Planos» de la *Escuela de Palas* tiene 100 proposiciones, de las que bastantes están tomadas de la *Colección matemática* de Pappo, algunas proceden de los *Elementos*, en particular del libro XIII, pero en muchos casos no se ha podido encontrar la fuente. En general, parece un intento de recuperar los *Lugares Planos* de Apolonio a partir de las explicaciones de Pappo, como los que hicieron Viète, Fermat, Zaragoza u Omerique. No se ha encontrado una relación directa con ninguna de esas tentativas que se escribieron en el siglo XVII. Es posible que sea la traducción de un intento de Zaragoza, anterior a los dos ensayos (Santucho, s.a.: 8; Recasens, 1997: 665) que se conocen.

El «Tratado V Los Dados de Euclides» es una traducción bastante fiel del original griego del libro y, probablemente, sea la primera y única edición en castellano de los *Datos* de Euclides (Navarro Loidi, 1996: 437-439). Tiene doce definiciones, y noventa y cinco proposiciones y es un complemento de los *Elementos* en el que se resuelven cuestiones de geometría plana con métodos analíticos.

En conjunto, estos tratados dan una visión bastante amplia de la geometría clásica elemental. Parecen relacionados con el movimiento de recuperación de la tradición griega, propio de los siglos XVI y XVII, pero también se ha encontrado alguna influencia de los métodos infinitesimales, en argumentos como:

«Porque los sectores, segmentos, y circulos son iguales a la suma de todos los triángulos continuada infinitamente la biseccion...» (19)²

Esta forma de razonar más recuerda a Demócrito que a Cavalieri, pero el influjo de éste se reconoce explícitamente al dar la forma de hallar el área de un triángulo esférico, cuando se afirma:

«Esta admirable proporción hallo Buenaventura Cavalerio jesuata italiano, [...] y quando no huviera ilustrado las Matematicas la sutileza de su ingenio con el nuevo Metodo de los indivisibles, sola esta proposición le pudo merecer nombre inmortal» (72).

Estas alabanzas a Cavalieri están también en la *Espfera* de Zaragoza.

El autor no estudia las cónicas, ni otros problemas sólidos o lineales, pues le parecen demasiado complicados y poco útiles para la formación militar.

El tratado siguiente se titula «Espfera Celeste y Terraquea» y está basado en la *Espfera* de Zaragoza. En él se incluye una parte de geometría de la esfera, otra de estudio de los cielos y otra dedicada a la tierra.

La parte dedicada a las matemáticas de la esfera es un resumen de la adaptación de *La Esfera* de Teodosio Tripolita que hizo Zaragoza. La consagrada al estudio de los cielos sigue siendo, principalmente, un extracto del libro de Zaragoza. Al abreviar éste, en varios casos, quita las explicaciones que mostraban la influencia de las nuevas ideas. Así, de la teoría de Copérnico sólo queda la condena, aunque más adelante acepta que:

«Todas las dichas opiniones son probables porque todas salvan el movimiento aparente de los planetas» (75).

El autor de la *Escuela de Palas* añade algunas menciones a P. Hurtado y a Dechales, tratando de poner al día los conocimientos de Zaragoza, pero las novedades son pocas.

En el apartado sobre la tierra defiende claramente la ley dada por Galileo para la caída de los graves:

«Quando los graves baxan al centro, aumentan la velocidad con la razon duplicada del tiempo, esto es, los espacios son como los quadrados del tiempo» (86).

No añade los comentarios de Riccioli matizándolo, que pone Zaragoza, por lo que la defensa de Galileo es más clara en la *Escuela de Palas*.

Para representar la tierra distingue tres casos, según se dibuje sobre un globo, en un mapamundi, o se quiera para usar en navegación.

La «Geographia» no proviene de *La Esfera* ni de ninguna obra conocida de Zaragoza. Comienza con una introducción bastante corta, donde se explican los términos utilizados. Luego se da una descripción, tanto física como política, de los continentes, que resulta bastante ajustada. La ignorancia que tiene de las tierras polares y australes, o del centro de Africa o Asia, era corriente en esa época.

En la segunda parte del tratado de geografía estudia las mediciones en la superficie de la tierra y da una tabla con las longitudes y latitudes de 400 ciudades. Después vuelve a explicar la representación de la tierra en un globo o en un mapamundi. Varios de estos temas están ya estudiados en la «Espfera», o los analiza en el Arte Militar.

Hay muchos detalles que llevan a pensar que para este tratado se ha basado en un autor italiano, probablemente Riccioli, que es citado varias veces y del que se toman diversos datos.

La Geografía resulta amplia y correcta, pero no se acompañan las descripciones con mapas. Sólo tiene dos láminas tomadas de la *Arquitectura Civil* de J. Caramuel, de 1678, y una tercera parecida a las que dibujó J. Chafrión para su libro *Plantas de las Fortificaciones [...] de Milan* de 1682. En esto se diferencia de los tratados anteriores, pues en *La Esfera* y en la Geometría, especulativa o práctica, las figuras son iguales a las de los correspondientes libros de Zaragoza.

La Escuela de Palas tiene un tratado de álgebra «numerosa» y otro de álgebra «especiosa». En el primero estudia los polinomios, y las ecuaciones con coeficientes numéricos y lo presenta como la aplicación del álgebra a la aritmética. El segundo trata de polinomios y ecuaciones con coeficientes no determinados y lo considera orientado a la geometría.

En los dos tratados se tocan los mismos puntos. Primero se define y se da la forma de escribir la incógnita y sus potencias. A continuación se ven los polinomios y las fracciones polinómicas. Luego estudia las ecuaciones, viendo los distintos tipos que se pueden presentar, y cómo encontrar la solución. El último punto es la resolución de problemas, que en el primer tratado son aritméticos, y se resuelven con números, y en el segundo geométricos, y se resuelven con fórmulas, números o segmentos.

Las ecuaciones que resuelve son como máximo de segundo grado, o reducibles a segundo grado. Para las restantes dice en el *Algebra Numerosa* que se debe acudir a los métodos de Viète o Descartes, o, en algunos casos, a Cardano, o Tartaglia. En el *Algebra Especiosa* dice que «los problemas se distinguen en planos, solidos y lineares» (173) y para estos últimos envía también a los escritos de Descartes y Viète.

Pese a que el esquema de los dos apartados es parecido, su desarrollo no lo es, porque la notación y la terminología son muy diferentes. Estas disparidades en dos materias similares, que se estudian en tratados consecutivos, son bastante incómodas. En otros asuntos también se repiten cuestiones, pero no existe tanto cambio. La razón de esta diferencia es que los dos tratados de álgebra proceden de fuentes diversas. El *Algebra Numerosa* puede ser una versión reducida, y con varios cambios, del libro III de la *Arithmetica* de Zaragoza, mientras que el *Algebra Especiosa* no concuerda con ese texto. No se ha podido encontrar de dónde puede proceder el álgebra especiosa, pero no parece probable que sea completamente original.

El último tratado de matemáticas estudia la trigonometría e incluye también los logaritmos. Está tomado del libro de Zaragoza *Trigonometria Española* aunque no sigue en todo al jesuita. Por ejemplo, no incluye su tabla de logaritmos. Al comienzo menciona una docena de tablas, entre las que están las de Zaragoza y Caramuel, pero más tarde aconseja las de Briggs, Cavalieri y Vlac. También es diferente la introducción, que incluye una cita del cisterciense.

El libro tiene una primera parte en la que define las líneas trigonométricas para ángulos del primer o segundo cuadrante, y da sus teoremas y propiedades fundamentales. Explica la manera de hallar sus valores y, vista la dificultad que tiene el calcularlos con precisión, introduce los logaritmos. Defiende los logaritmos directos, y no los retrógrados, como prefería Caramuel, y considera que los decimales son los más útiles.

Los apartados posteriores del tratado se consagran a la resolución de los triángulos planos y esféricos.

La elección de Zaragoza para elaborar la parte matemática del tratado, parece acertada pues fue el mejor profesor de matemáticas del reinado de Carlos II. La adaptación de los textos merece un juicio más matizado. La idea de evitar los irracionales y los problemas no resolubles con regla y compás, parece correcta, y también parece oportuno simplificar los libros de Zaragoza, pero, en más de una ocasión, la reducción del texto se hace a costa de la claridad, y la precisión. Por otra parte, se echa de menos una corrección final que quitara las repeticiones y unificara las notaciones y los simbolismos.

Es cierto que no tiene unas matemáticas elevadas, ni resultados originales, pero, profundiza mucho más en las matemáticas que otros libros de formación bélica del último tercio del siglo XVII. Los tratadistas militares españoles, como S. Fernández de Medrano, F. Larrando de Mauleón o A. de Zepeda, o extranjeros como el Abbé Du Fay, nunca incluían en sus textos materias como el álgebra, los Datos, los Lugares Planos, o la Esfera, como hace este libro.

Si se compara la *Escuela de Palas* con los cursos de matemáticas más populares de aquel tiempo, como el *Cursus seu Mundus Mathematicus*, de 1674, del jesuita Dechales, el *Compendio Mathematico* del valenciano Tosca, de 1707, o el *Elementa Mathesos Universae* del prusiano Ch. Wolff, de 1713, se advierte que éstos incluían materias como mecánica, estática, y otras muchas, de las que la *Escuela de Palas* sólo incorpora la geografía. Esto resulta sorprendente y la explicación es que el autor pensaba publicar un segundo volumen donde iba a incluir estos temas. Así lo afirma, al menos para la arquitectura civil y la óptica (46 y 158). La guerra con Francia hizo que Chafrión se trasladara a Cataluña y este segundo tomo no se imprimió.

El arte militar en la *Escuela de Palas*

Esta segunda mitad de la obra no sigue a J. Zaragoza, ni a ningún otro autor, y es completamente original. Se divide en dos libros. El primero trata de la fortificación regular y de las teorías existentes en la arquitectura militar en el siglo XVII. El segundo comienza con la fortificación irregular, prosigue con la construcción de almacenes, y otros elementos menores, pasa luego a la forma de marchar y acampar de un ejército, y a la manera de asaltar y defender una plaza, y, por último, estudia la artillería y las voces de mando de la infantería.

Las láminas juegan un papel importante en esta sección, pues ocupan más de la tercera parte de sus páginas. Muchas están firmadas por Zangiacomí, el capitán Thomas Llop, o el capitán Marcos de Araciel. No obstante, la mayoría están sin firma y su autor podría ser Chafrión que era un excelente dibujante y grabador.

En infantería no estudia la formación de escuadrones. La razón puede ser que los fusiles con bayoneta estaban marginando a picas y mosquetes, y al agrupamiento en tercios, pero se echa de menos una discusión sobre la organización y el armamento de la infantería.

En artillería se extiende poco, aunque trata las cuestiones fundamentales, como los tipos de piezas, y los alcances. Respalda la trayectoria parabólica de los proyectiles. Lejos de eludir el tema, como otros tratadistas militares españoles, y de las vacilaciones de los escritores jesuitas, el autor de la *Escuela de Palas* defiende claramente a Galileo y Torricelli y «su gran ciencia» (204)³.

La fortificación está tratada con amplitud. La forma de edificar plazas fuertes que propugna el autor es correcta, con buenas proporciones, proponiendo obras exteriores para dar profundidad a la defensa, y haciendo comentarios que muestran que era una persona experta. Pero incluye demasiados cálculos para que resulte didáctica.

Es interesante la crítica que hace a las maneras de fortificar propuestas por 53 especialistas contemporáneos o anteriores a este libro. Entre esos autores están los españoles D. de Villegas, A. de Zepeda, J. Zaragoza, Fernández de Medrano, M. Morán y J. Caramuel y, más brevemente, otros anteriores, como C. Lechuga, C. Rojas, M. Alvarez, o González de Medinabarba.

Entre los primeros, de Medrano alaba la claridad de sus textos y su buena pedagogía

3. Navarro Brotons (1983) «Chafrión José» en: *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*, I, 212. Navarro Loidi (1997) «El movimiento de los proyectiles y los escritos de los militares españoles del siglo XVII.» En: *IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*.

y comenta las dos formas de fortificar que defendió. De Zepeda, explica sus cinco métodos para diseñar una fortaleza y de Zaragoza dice:

«Fue mi primer Maestro, y así le devo por obligación restituir lo que me à enseñado, publicando su facil, claro y breve Methodo de Fortificar» (96).

En particular alaba sus flancos que considera tan buenos como los de Vauban.

Elogia a Caramuel y explica con claridad su método de fortificar, similar al de Pagan. También está tomado, literalmente, de la *Architectuta Civil* del cisterciense el método que llama austriaco.

José Chafrión, o quien haya sido el autor, tenía un buen conocimiento de los escritores españoles de fortificación de finales del siglo XVII. Tal vez sea demasiado favorable a los dos religiosos, pero no hay que olvidar que Zaragoza fue profesor de Chafrión y tutor del marqués de Leganés, su jefe, y Caramuel fue profesor y contertulio en Vigevano de Chafrión.

Para juzgar mejor la fortificación que se propone en la *Escuela de Palas* conviene analizar la valoración que hace de Vauban. En primer lugar lo coloca entre los autores italianos de comienzos del siglo XVII, diciendo:

«Aunque esta construcción debía ponerse a lo último, por ser de las más modernas, me à parecido bien el describirla inmediatamente después de las de Marchi y Lorino, para hacer ver, que esta se compone de entrambas» (26).

En la explicación muestra que tenía un buen conocimiento de los sistemas de fortificar de Vauban, y que sabía que era el método de más éxito en su tiempo; pero no acepta su superioridad:

«Queda probado que en esta famosa Construcción de Monsieur de Vauban. no hemos hallado cosa nueva, que no la hayan escrito, los Autores italianos» (28).

Le considera, por lo tanto, poco original. Pero, su razonamiento es parcial pues, para reforzar su tesis, toma como ejemplo Casale, plaza construida por Lorino que Vauban sólo reformó, en lugar de elegir Brisach, por ejemplo, que también conocía.

A Vauban no le quiere dar la importancia que tenía, probablemente porque era un enemigo al que no se debía ensalzar, aunque también es posible que, acostumbrado a trabajar sin dinero ni personal suficiente, le pareciera fácil construir buenas plazas fuertes en las condiciones del ejército francés.

La parte de Arte Militar de la *Escuela de Palas* tiene gran valor para conocer la situación de las técnicas militares en el ejército de Carlos II. Es una obra que sobresale por la amplitud y solidez de sus enseñanzas, sobre todo en fortificación. En su época tuvo una influencia directa en el libro *Escuela Militar*, publicado en 1705 y escrito por el jesuita J. Cassani, que al estudiar los autores españoles comienza con el «Methodo del Autor de la *Escuela de Palas*» al que llama «sapiéntísimo». Pero, Cassani a quien da más importancia es a Vauban. Otro autor que cita la *Escuela de Palas* es T. V. Tosca, en el tomo V de su *Compendio Mathematico*.

En la enseñanza posterior, aparece mencionada en algún manuscrito de los cursos dados en la Academia de Ingenieros de Barcelona, y el libro estaba en la biblioteca de esa academia, y entre los que poseía la Sociedad Matemática Militar de Madrid en 1761⁴.

Sin embargo, no influyó mucho en la formación de los ingenieros militares español-

4. Ver Gutiérrez y Esteras (1991) *Territorio y fortificación*, 66, y Cuesta Dutari (1985) *Historia de la Invención del Análisis Infinitesimal y de su Introducción en España*, 221 y 230.

les. Durante el reinado de Carlos II, dada la falta de preparación general y la escasez de ingenieros, lo que se necesitaba eran manuales para la enseñanza y este libro es más una enciclopedia que un libro de texto. Por otra parte, en esa época, los que querían aprender fortificación eran soldados expertos sin estudios, y para ellos era más útil *El Ingeniero* de Fernández de Medrano, que la *Escuela de Palas*.

Al pasar el tiempo, con la apertura de las reales academias militares, los jóvenes con preparación volvieron a interesarse por la ingeniería militar y mejoró el nivel matemático; pero la *Escuela de Palas* no se hizo más popular porque, para entonces, la fortificación teórica estaba dominada por la obra de Vauban.

Bibliografía

NAVARRO LOIDI, J. (1996), «Les différentes versions des Eléments d'Euclide publiées en espagnol aux XVIIe, XVIIIe, et XVIIIe siècles». En: AUSEJO, E. y HORMIGON, M., *Paradigms and Mathematics*: 427-500.

RECASENS, E. (1997), «De locis Planis: un manuscrit inédit de J. Zaragoza», En: BLANES, G. et al., *IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, IEC, 663-671.

SANTUCHO A., (s.a.), *Engaños de la Otra Vida*, (Aproximadamente de 1678)



Figura 1. Contraportada de la Escuela de Palas.

ALGEBRA

Numerosa	Especiosa
<p>Potencias de la incognita</p> <p>0. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.</p> <p>N. R. q. c. qq. sf. qc. Bsf. qqq.</p> <p>1. 2. 4. 8. 16. 32. 64. 128. 256.</p>	<p>Potencias de la incognita</p> <p>0. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.</p> <p>n. v. q. c. qq. qc. cc. qqc. ccq. ccc.</p> <p>1. 2. 4. 8. 16. 32. 64. 128. 256. 512.</p>
<p>Problema de segundo grado</p>	<p>Problema de segundo grado</p>
<p style="text-align: center;">I I.</p> <p><i>Dado el producto de dos numeros, hallar los dichos dos numeros, y consecutivamente otro entremedio, que exceda al menor dellos en un numero dado, y falte del mayor en otro numero dado.</i></p> <p>EL producto sea 48, el exceso 5, el defecto 3. Supongase, que el numero medio, que se busca sea 1 R, habiendo de exceder al menor en 5, serà el dicho menor 1 R - 5, habiendo de faltar del mayor en 3, serà el mayor 1 R + 3; multiplicandose estas dos cantidades, el producto dellas serà 1 q - 2 R - 15, que habiendo de ser igual a 48, estará la igualacion entre 1 q - 2 R - 15, y 48; añadiendose 15 a cada parte, estará la igualacion entre 1 q - 2 R, y 63; añadiendose de nuevo 2 R a cada lado, estará la igualacion entre 1 q, y 63 + 2 R, cuya rayz se extraherà en la forma siguiente.</p> <p>La mitad del numero de las rayzes serà 1, a cuyo quadrado añadiendose 63, la suma serà 64, a cuya rayz, que es 8, añadiendose la unidad, que es la mitad del numero de las rayzes, su agregado serà 9, rayz que se buscaba, y porque el uno de los extremos era 1 R - 5, vendrà a valer 4, y siendo el otro extremo 1 R + 3, su valor serà 12, siendo evidente, que el producto de 12 por 4 es 48 numero propuesto.</p>	<p><i>Dividir una dada cantidad B en dos partes, de tal manera, que el producto de su multiplicacion, juntamente con un dado plano Cp, tenga a la suma de los quadrados de las mismas la razon de R a S.</i></p> <p>SEA una de una de las partes A; luego la otra serà B - A, la quales multiplicadas entre si daran B * A - A q.</p> <p>La suma de los quadrados serà B q - 2 B * A + 2 A q.</p> <p>Luego serà B * A - A q + Cp . B q - 2 B * A + 2 A q :: R . S,</p> <p>Y el hecho debaxo los extremos serà igual al hecho de medio; con que serà B * A * S - A q * S + Cp * S = B q * R - 2 B * A * R + 2 A q * R.</p> <p>Se deve advertir, que B q * R à de ser mayor Cp * S; porque siendo de otra manera, no se podria resolver la question. Aun mas, es necesario, que Cp + $\frac{Bq}{R}$ tenga a $\frac{Bq}{R}$ razon mayor de la que tiene R a S; esto supuesto, serà</p> $B * A * S + 2 B * A * R - A q * S = 2 A q * R = B q * R - Cp * S,$ <p>y aplicandolo todo por el parabolismo a S + 2 R serà</p> $A * B - A q = \frac{B q * R - Cp * S}{S + 2 R}.$ <p>La qual igualacion es contrariamente negada, y por esto anfibologica; por lo qual la buscada A puede ser la mayor, ò menor, esto es</p> $A = \frac{B - \sqrt{(Bq - Bq * R + Cp * S)}}{2} \quad \frac{Bq * R + Cp * S}{S + 2 R}$

Figura 2. Resolución de un problema en el «Álgebra numerosa» y en el «Álgebra Especiosa».

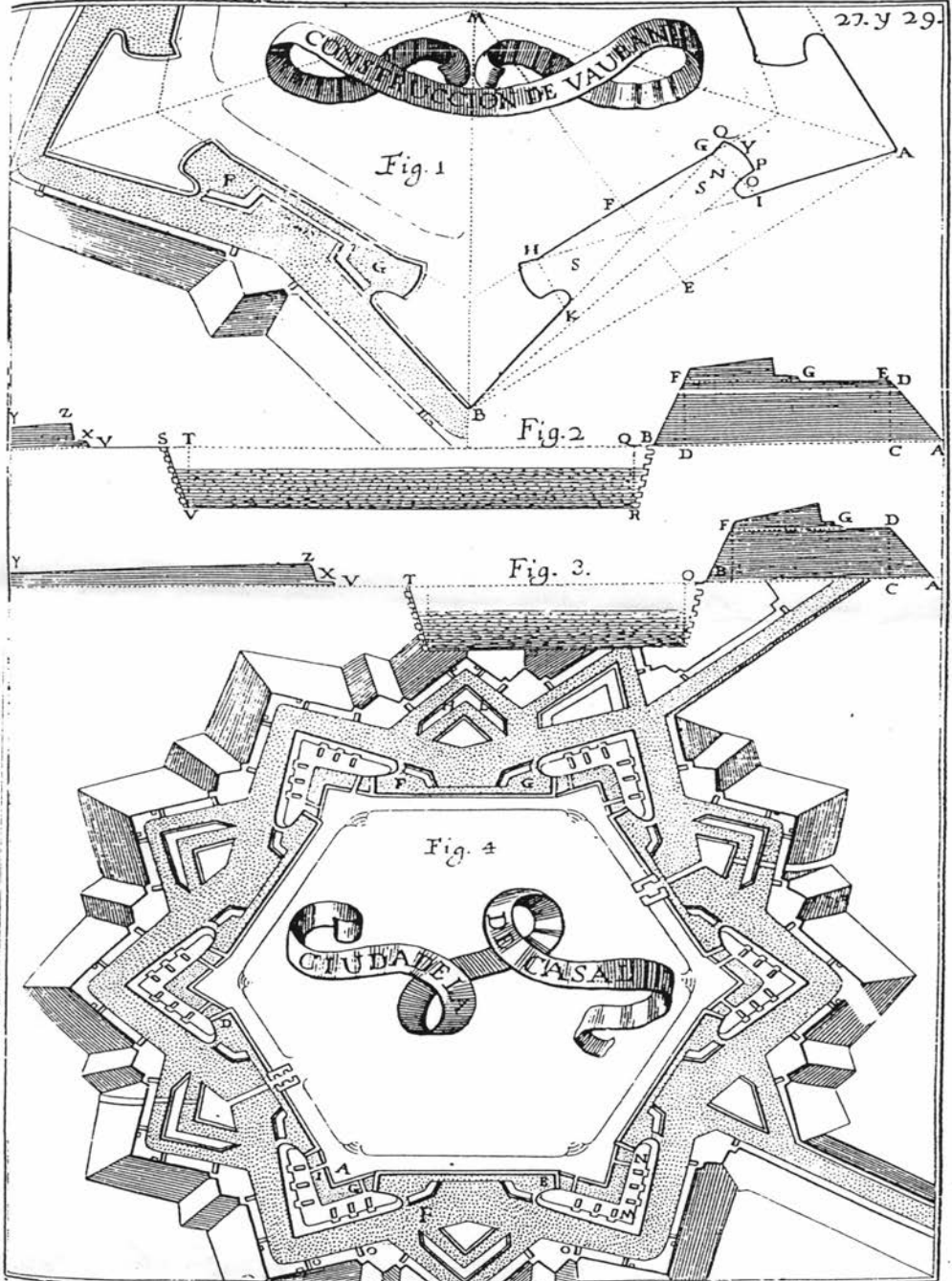


Figura 3. La fortificación de Vauban.



Figura 4. El asalto a una plaza fuerte.

LA REFORMA DE L'ENSENYAMENT DE LES MATEMÀTIQUES A CATALUNYA: L'OBRA DE CAMIL VIVES

Josep M^a. Núñez i Espallargas; Jordi Servat i Susagne

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Universitat de Barcelona

Paraules clau: *ensenyament de la matemàtica, Camil Vives, llibres de text.*

The Reformation of the Mathematical Teaching in Catalonia: The Work of Camil Vives.

Summary: The objective of this communication is to analyze the work of Camil Vives as author of mathematical teaching textbooks. Their Aritmètica teòric-pràctica and Elementary geometry, published in 1899 and in 1900, respectively, constitute the firsts educational mathematical texts in contemporary catalan language and their show innovative elements that reflect the methodological restlessness of the autor. Few years later he writes the manuals corresponding to the mathematical formation of the future teachers, in which he tries to take to term their ideas about the mathematical teaching. The last published work of Camil Vives is Elements d'àlgebra, ambitious personal project that, besides presenting original didactic aspects, it follows its plan of offering manuals in catalan language directed to the teaching of the mathematical knowledge and understanding all the levels of the primary and secondary school.

Key words: *mathematical teaching, Camil Vives, textbooks.*

1. Introducció

Quan estudiem la bibliografia del moviment pedagògic de reforma a Catalunya durant el primer terç del segle XX i, més concretament el de les matemàtiques, no trobem cap mena de referència a la figura de Camil Vives, si exceptuem les seves col·laboracions amb el projecte de l'Escola de Mestres auspiciat per Joan Bardina (González, 1978). Són pràcticament desconeguts fets tan importants per a la història de l'ensenyament de la matemàtica al nostre país com ara que va ser el primer autor contemporani d'un text escolar de matemàtiques en llengua catalana, així com també l'impulsor d'una reforma de la metodologia docent d'aquesta matèria, que va tenir en compte, a més d'iniciatives personals, els avenços realitzats a altres països vistos amb una perspectiva àmplia que abastava els diferents nivells de l'ensenyament escolar. En aquest treball ens proposem recuperar la figura de Camil Vives

com a impulsor de l'ensenyament de la matemàtica a Catalunya, així com també subratllar els trets més destacats de la seva tasca com a autor de textos docents. Desitgem que aquesta petita aportació doni pas a un estudi més extens sobre aquesta interessant figura del moviment renovador de la pedagogia catalana.

2. Algunes dades biogràfiques

Són ben escadusseres les notícies que tenim de la vida i obra de Camil Vives i Roig. Si cerquem alguna dada a l'*Enciclopèdia Catalana* ho farem inútilment; només surt el seu nom de passada dintre l'article dedicat al seu germà Amadeu, el famós músic. Per aquesta via indirecta podem arrearplegar més informació. A totes les biografies d'Amadeu Vives apareix alguna referència al seu germà gran, encara que, potser, la biografia de Josep M. Lladó i Figueres, que havia estat secretari del mestre durant una colla d'anys, és la que inclou més dades, especialment de l'època de joventut, en la qual els dos germans van tenir mes relació (Lladó, 1988). A falta d'un estudi biogràfic de Camil Vives, continua sent la font d'informació més àmplia l'extens article aparegut al *Diccionario Enciclopédico Espasa*, que ens proporciona moltes dades sobre la seva polifacètica personalitat. Camil Vives va néixer a Gelida l'any 1861 al si d'una família nombrosa, de la qual Amadeu va ser el fill més petit. Des de la seva infantesa es va sentir atret per la música, i simultaniejava els seus estudis a la escola primària de Collbató amb els de música a la propera població d'Esparreguera, a la qual anava a peu portant, sovint a collibé, el seu germà Amadeu, a qui va induir a la seva afeció per aquest art. Camil Vives va progressar ràpidament, aviat va tocar el piano i l'harmònim a l'església parroquial, i organitzà, amb l'escriptor Bertran i Bros i altres amics, una petita banda musical. Des dels 12 anys treballà exercint diversos oficis. També va estudiar tenidoria de llibres, cosa que va despertar la seva inclinació per les matemàtiques. En ser sensible als problemes socials de l'època, i a causa dels seus coneixements de comptabilitat, una entitat obrera li va encarregar l'administració de la seva societat. Després de temptatives i dubtes, als 17 anys, va ser nomenat mestre de música a l'Asil de Sant Joan de Déu de Barcelona. Poc temps després, el 1888, va ingressar a l'orde i, a partir d'aquest moment, va complir fidelment les tasques encomanades pels seus superiors a diversos llocs de l'Estat espanyol. Totes aquestes tasques estaven relacionades amb les seves dues grans afeccions: la música i les matemàtiques, totes dues aplicades als més desfavorits. Destaquem que, al sanatori mental de Ciempozuelos, entre altres activitats va ensenyar matemàtiques a nens cecs i, davant les dificultats amb que es va trobar, va inventar una màquina de calcular que l'ajudés en aquesta tasca, a la qual va anomenar aritmòmetre. A finals del segle va tornar a Barcelona per fer-se càrrec de l'administració del manicomi de Sant Boi de Llobregat. També en aquesta època va ser membre fundador de l'Agrupació Protectora de la Ensenyança Catalana i és des d'aquesta vessant que es va sentir impulsat a escriure llibres per a l'ensenyament de les matemàtiques en la llengua del país, del qual ens ocuparem a continuació. Per acabar aquest petit esbós biogràfic comentarem que, durant els últims anys de la seva vida, va tenir dispensa eclesiàstica per poder dedicar-se més a la seva faceta d'escriptor, ja que hem de dir que, a més de publicacions didàctiques, també va escriure obres de caràcter literari i religiós.

3. El primer text modern per a l'ensenyament de les matemàtiques en llengua catalana

Hem comentat que Camil Vives va ser cofundador de l'Agrupació Protectora de l'Ensenyança Catalana, primera associació creada per impulsar l'ensenyament en aquesta llengua. Precisament un altre cofundador, Flos i Calcat, a les acaballes del segle XIX va fundar el Col·legi de Sant Jordi, el primer centre que introdueix l'ensenyament en català (Galí, 1979: 21). Va ser precisament per a l'ús dels alumnes del Col·legi de Sant Jordi que Camil Vives va escriure, amb el suport econòmic de l'Agrupació, tal com consta explícitament a la portada, l'*Aritmètica teòrich-práctica*, publicada el 1899. Un any després va aparèixer una *Geometria elemental* que, si bé a la portada hi diu «*per a servir de texto en todas las escuelas catalanas*», el més probable és que també fos emprada exclusivament pels alumnes del Col·legi de Sant Jordi.

Analitzem breument algunes de les característiques físiques i metodològiques d'aquestes dues obres. Ambdues són de format petit (16 x 11), enquadernades en cartoné i amb llom de tela. Tenen 187 i 109 pàgines, respectivament, i solament la de geometria té il·lustracions. Duen pròleg, en el qual s'exposen les intencions de l'autor, i on s'especifica que les obres van adreçades als alumnes de primària. Els continguts es corresponen amb aquest objectiu. L'estil expositiu segueix el model socràtic en forma de diàleg, amb preguntes i respostes. El llenguatge emprat, una de les característiques de les obres de Camil Vives, és molt planer; no dona gaire importància a les normes ortogràfiques i, fins i tot, fuig de la terminologia tècnica a fi de facilitar la comprensió dels conceptes al nen, emprant, com ell diu, «els mateixos termes que'ls noys usen par expressar sas idees». Així, parla de *ratllas* per dir línies, o d'angles *entrants* per referir-se als angles còncaus. Distingeix entre exercicis i problemes, i aquests últims són aplicacions a la vida real. Destaquem diversos elements metodològics originals com, per exemple, la utilització de l'algorisme d'Euclides per al càlcul dels m.c.d. i m.c.m. de nombres enters, el càlcul de l'arrel quadrada i cúbica mitjançant progressions, mètode original introduït per l'autor perquè és més senzill que l'algorisme tradicional (Nuñez-Servat, 1993a), o l'aprenentatge raonat de les fórmules per determinar l'àrea i el volum de les figures i cossos geomètrics. En resum, ens trobem amb combinacions d'elements que podríem anomenar *tradicionals* des del punt de vista didàctic amb d'altres de clarament moderns.

Afegirem, finalment, com a curiositat, que aquestes dues obres són molt difícils de trobar a les bibliografies i a les biblioteques. Nosaltres només coneixem un exemplar de cada obra a la Biblioteca General de la Universitat de Barcelona.

4. La col·laboració a l'Escola de Mestres

Quan Joan Bardina va fundar l'Escola de Mestres amb la intenció de formar els mestres que havien de fer l'ensenyament en llengua catalana, va ser plenament conscient que aquesta tasca hauria d'anar acompanyada d'una col·lecció de textos formatius. Així va néixer la *Biblioteca Escolar i Científica*, que s'imprimí als tallers tipogràfics de l'editor Bagañà. Aquesta col·lecció de textos va ser concebuda a imitació dels models anglosaxons d'ensenyament cíclic, adaptant-ne sobretot els aspectes formals, com ara l'enquadernació manejable i flexible, el format gran i la profusió d'il·lustracions. Com que Camil Vives era ja ben conegut

en el àmbit del catalanisme progressista pels seus primers textos de matemàtiques en llengua catalana, no resulta gens estrany que Bardina pensés en ell perquè fos l'autor dels textos de matemàtiques. Lamentablement, la col·lecció programada per Bardina no es va poder completar; solament es van publicar, a més dels dos volums de matemàtiques, els de llengua catalana i el d'història de la religió. Camil Vives havia dissenyat una sèrie de tres llibres corresponents a tres nivells (elemental, mitjà i superior) cíclics, amb tres quaderns d'exercicis i problemes que els complementaven. D'aquest programa, que hagués constituït la primera sèrie cíclica en llengua catalana, només va veure la llum el curs superior i el corresponent quadern complementari.

Aquest únic volum publicat, que portava el títol d'*Aritmètica Pedagògica Catalana (Curs superior)*, va sortir de la premsa l'any 1905. Consta de 19 capítols, que tracten els següents temes: numeració, operacions amb nombres sencers, divisibilitat, fraccions i les seves operacions, nombres complexos, mesures antigues, nombres decimals i les seves operacions, sistema mètric i decimal, potències i arrels, progressions, proporcions i regles de tres i càlcul comercial. Cada capítol està dividit en paràgrafs, de manera que, en total, n'hi ha 101; així els mestres en podien exposar-ne un cada dia de classe. Si tenim en compte que les classes d'aritmètica es feien en dies alterns, d'aquesta manera cobrim, aproximadament, un curs acadèmic. Per a un lector infantil, el text resulta massa dens, tant per la mida reduïda de les lletres com per l'esquifit espai interlineal. També l'ús freqüent d'abreviatures dels termes matemàtics més usuals complica la lectura. Possiblement, motius econòmics van obligar a aquesta condensació, que no es correspon amb els models estrangers inspiradors. De la mateixa manera que a les seves primeres obres, Vives sotmet l'ortografia, i fins i tot la gramàtica, a la comprensió dels conceptes matemàtics per part del petit lector: «*pera una major claretat, á vòltes sacrificuem la mateixa Llògica y fins la mateixa rigurosa Sintaxis gramatical...*». Destaca, a l'obra, l'abundància d'il·lustracions, ja siguin dibuixos (fets pel conegut dibuixat humorístic Cornet) com fotografies, que intenten acomodar aplicacions de la matemàtica a la vida quotidiana, al comerç, a la indústria o a l'agricultura. També cal destacar entre les innovacions didàctiques la inclusió de molt càlcul mental, jocs matemàtics, el mètode d'extracció d'arrels quadrades i cúbiques ja assajat a la seva primera obra, diversos mètodes pràctics per aplicar les regles de tres i de descompte, entre d'altres. Finalment, l'obra conté un apèndix molt interessant des del punt de vista metodològic, ja que presenta ampliacions de determinades qüestions esmentades al text, com ara, nocions d'àlgebra, logaritmes i història de les matemàtiques. El quadern de problemes insisteix molt en les qüestions aplicades de la matemàtica: «*L'estudi de l'Aritmètica es necessari per la vida, útil pera totes les carreres y oficis, absolutament indispensable pels qui's dediquen al tráfeh y á les professions industrials, sobre tot á un poble tant donat al comerç y als números cóm el nostre...*».

Aquesta obra va tenir molta difusió, tenint present, com a indicador, que se'n poden trobar exemplars gairebé a totes les biblioteques importants de Catalunya.

5. Una proposta per l'ensenyament de l'àlgebra en llengua catalana

L'última obra de matemàtiques publicada per Camil Vives va aparèixer el 1909, i porta per títol *Elements d'àlgebra pera us de les escoles primaries, elemental y superior*. A diferència de les anteriors, d'aquesta obra en tenim molt poques notícies. Sembla que va ser

editada pel mateix autor, atès que a la portada figura com a editor la Tipografia de C. Vives. No sembla que anés dirigida a una escola o centre concret, sinó que sembla ser una proposta per introduir l'àlgebra a l'ensenyament primari superior d'una manera abreujada i simplificada en aquells centres on no fos necessari l'estudi en profunditat de l'àlgebra. Possiblement per això, Vives indica a la portada que l'obra és «*molt á proposit pera Col. legis de Senyorettes*».

L'obra té un format petit (17 x 13), està enquadernada en cartoné i té un total de 78 pàgines sense il·lustracions. Presenta un pròleg, però no té índex de matèries. En el pròleg diu que «*l'objet d'aquest llibret, escrit á instancies d'alguns mestres amichs, es veurer si en nostre terrer se pot introduir l'estudi de l'àlgebra en les escoles de primera enseñansa, elementals y superiors...*». Desenvolupa el seu pla estructurant el text en dues parts. La primera consta dels següents apartats: objecte de l'àlgebra, resta algebraica, multiplicació algebraica, divisió algebraica, fraccions algebraiques i les seves operacions. La segona es divideix en els següents temes: equacions, resolució d'equacions de primer grau amb dues o més incògnites i interpretació de les solucions negatives.

Com a les seves altres obres, Vives utilitza en aquesta un llenguatge expressament col·loquial per tal de fer més assequibles i atractius els continguts de l'àlgebra a un públic infantil. Ell mateix insisteix que aquesta és l'única novetat del llibre: «*...no porta res de nou si no es el metode y la forma; y sobre tot, la sencillesa ab que ab termes vulgars, comprensibles per la mainada, aném exposant les qüestions que de mica en mica se'ls van fent interessants, arribant al punt de fruihi ells ab el seu estudi, y de treurels aquella preocupació y aversió que tenen al estudi de les matemàtiques*». Destacarem com a aspecte metodològic d'interès l'extens estudi dedicat a l'anàlisi de les solucions de les equacions en relació amb les característiques particulars de cada problema. Cal notar també que l'autor exclou les equacions de segon grau per tal de fer més elemental aquesta introducció a l'àlgebra.

Si hem de jutjar l'impacte d'aquest text pels exemplars coneguts, creiem que va ser molt minso, ja que només n'hem localitzat dos exemplars: un a l'Hemeroteca Municipal de Barcelona i l'altre a la biblioteca particular d'un dels autors d'aquest treball. Deixant de banda el seu major o menor èxit, el cert és que va ser la primera obra de text en llengua catalana que es va plantejar el que podríem dir un ensenyament de nivell secundari, ja que l'àlgebra és una frontera entre els estudis primaris i els secundaris. Fins a l'any 1923, amb el suport econòmic institucional, no es va publicar el *Tractat d'aritmètica pràctica* de Lluís Castellà, que inclou unes breus nocions d'àlgebra (Nuñez-Servat, 1993b).

Bibliografia

- GALÍ, A. (1979), *Història de les institucions i del moviment cultural a Catalunya. 1900 a 1936. Llibre II. Primer part*, Barcelona, Fundació Alexandre Galí.
- GONZÁLEZ, J. (1978), *Bibliografia de Renovació Pedagògica i el seu context 1900-1939*, Universitat de Barcelona.
- LLADÓ, J. M. (1988), *Amadeu Vives (1871-1932)*, Barcelona, Publicacions de l'Abadia de Montserrat.
- MUT, R.; MARTI, T. (1978), *La resistència escolar catalana en llibres (1716-1939)*, Barcelona, Edicions 62.

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

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

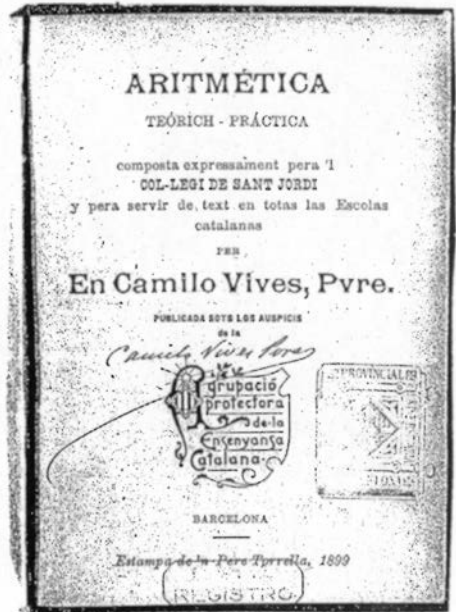
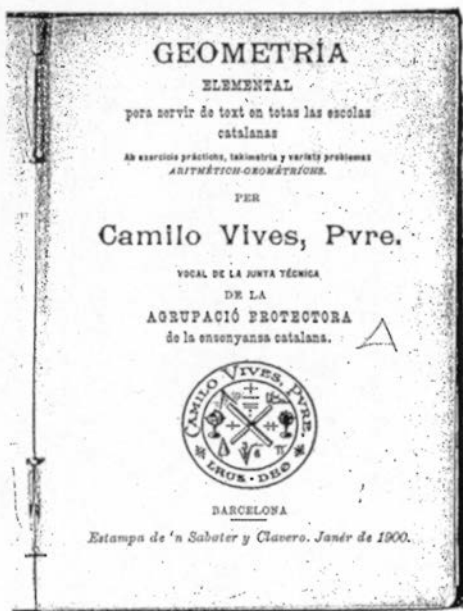
VIVES, C. (1899), *Aritmètica teòrich-pràctica*, Barcelona, Estampa d'en Pere Torrella.

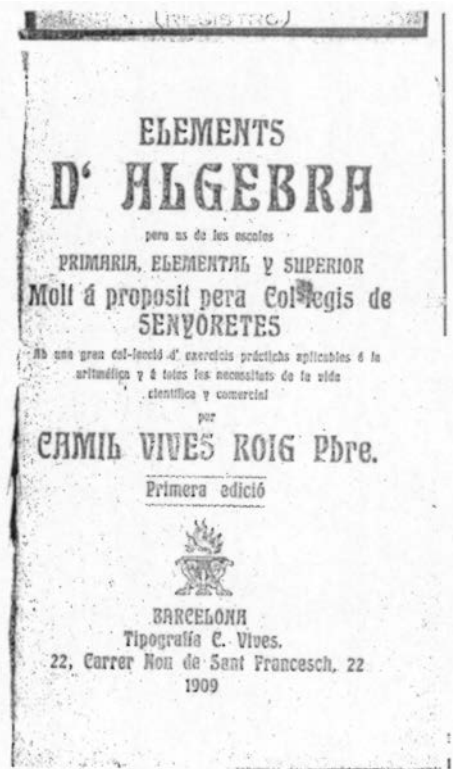
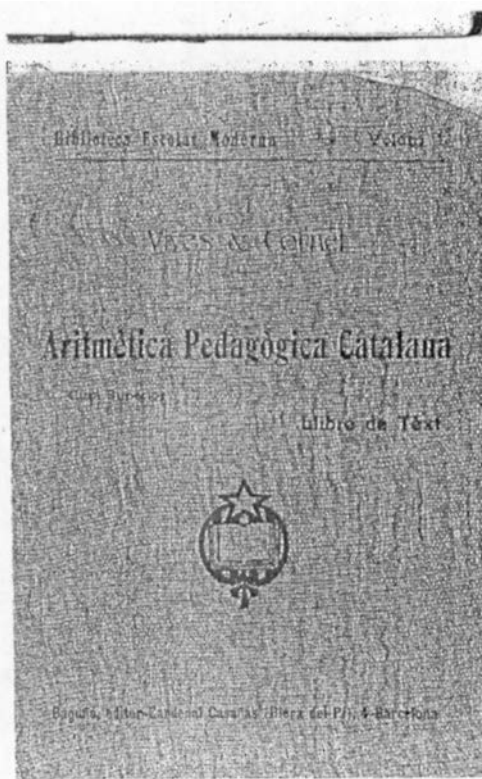
VIVES, C. (1900), *Geometria elemental*, Barcelona, Estampa d'en Sabater i Clavero.

VIVES & CORNET (1905), *Aritmètica Pedagògica Catalana. Curs Superior. Llibre de Text* Barcelona, Baguñà.

VIVES & CORNET (1905), *Aritmètica Pedagògica Catalana. Curs Superior. Qüestionari*, Barcelona, Baguñà.

VIVES, C. (1909), *Elements d'algebra pera us de les escoles primaria, elemental y superior*, Barcelona, C. Vives.





L'ESTUDI DE L'AGRICULTURA MEDIEVAL A OSONA: UNA APROXIMACIÓ DES DE FONTS DIVERSES*

Maria Ocaña i Subirana

Museu Arqueològic de l'Esquerda-Fundació Privada l'Esquerda.

Paraules clau: *història medieval, història de l'agricultura, agricultura medieval.*

The medieval agriculture in osona: study from various sources.

Summary: A study of the medieval agriculture needs to use various sources that have to be complementary: documental, iconographic, archaeological, ethnographic and ethno archaeological sources. Using only one of these sources we obtain partial information.

From the analysis of these sources we obtain data of work tools, measurements and landforms, cultivated species, agrarian landscape and agricultural cycles in Osona from 9th to 13th century.

Key words: medieval history, history of agriculture, medieval agriculture.

La historiografia medieval catalana s'ha plantejat sovint el tema de la terra i de la seva importància en el complicat món de les relacions feudals. Però l'estudi de l'agricultura, és a dir, de l'activitat bàsica dins l'economia medieval, ha topat amb les dificultats que comporta la parquedat de la documentació en referir-se a eines i útils agrícoles, tipologia de les terres de conreu o sistemes de conreu. La documentació medieval només cita noms d'eines, però no les descriu (no ens diu la forma o el material de què estaven fetes), i poques vegades ens parla de formes de la terra i, en canvi, ens la defineix genèricament amb el nom de *peça* o de *sort*. En pocs casos, en els documents hi ha mesures. Respecte als conreus, gairebé sempre queda clar si es tracta de vinya, lli, cànem, arbres fruiters o plantes farratgeres però, en canvi, en la majoria d'ocasions s'obvia mencionar quan la terra és dedicada a cereals; per tant, la terra campa cal que la deduïm a partir del silenci de la documentació.

Aquestes dificultats no afecten només Catalunya; ja van estar plantejades en els primers treballs fets per M. Bloch, i també per G. Duby, a França (Bloch, 1952; Duby, 1966, 1968, 1980, 1989). Alguns historiadors defensen que durant l'edat mitjana es va produir una revolució en l'utilatge agrícola que va generar un gran avenç en l'agricultura; d'altres, en canvi, com el mateix Duby, o Jacques Le Goff (Le Goff, 1966), pensen que, si aquestes

*Aquest article s'emmarca en el projecte sobre arqueologia experimental aplicada a l'estudi de l'agricultura medieval que es desenvolupa a L'Esquerda (Roda de Ter, Osona) i que està dirigit per la Dra. Imma Ollich i Castanyer.

transformacions es van produir, no es van generalitzar arreu. D'altra banda, els historiadors romanistes opinen que, donat l'alt nivell aconseguit pel món romà, és impossible que les tècniques desenvolupades a l'edat mitjana no estiguessin completament assolides en el període clàssic. Per la seva banda, els historiadors germanistes afirmen que tot un seguit d'aportacions en el món agrícola es van fer mercès a la influència germànica, i ressalten la importància que en aquest sentit va tenir el segle IX (Cantera, 1987).

En aquest article es tractaran aquests punts: les eines amb què comptava el pagès per a treballar la terra; com era la terra, quina forma i mesura tenia; quins conreus s'hi plantaven; i finalment, els cicles agrícoles a la comarca d'Osona, del segle IX al XIII.

1. Metodologia

Un estudi d'aquestes característiques planteja la necessitat d'utilitzar fonts de naturalesa diversa per tal de poder obtenir informació complementària.

Fonts	Informació que se'n pot extreure
Fonts documentals	→ Noms relacionats amb l'agricultura: mesures de la terra, espècies conreades, noms d'eines i de camps, etc.
Fonts iconogràfiques	→ Imatges relacionades amb el món agrícola: treball humà, eines, cicles agrícoles, etc.
Fonts arqueològiques	→ Objectes materials, estructures, restes carbonitzades de cereals, llegums o altres plantes (carpologia), pol·len fossilitzat (palinologia), etc.
Fonts etnogràfiques i etnoarqueològiques	→ Observació directa del treball de la terra.

2. Fonts per a l'estudi de l'agricultura medieval a Osona

2.1. Les fonts documentals

Aquí hi ha esmentats els compendis que hem emprat en aquest cas, però les possibilitats són molt més extenses.

Diplomatari de la Catedral de Vic (DCV), publicat pel Dr. Eduard Junyent i Subirà. Consta de quatre fascicles publicats entre el 1980 i el 1987. Aquesta documentació fa referència als segles IX i X i aplega un total de 651 documents —donacions, vendes, testaments, permutes i cinc butlles papals.

Diplomatari i escrits literaris de l'abat i bisbe Oliba (DBO), publicat pel Dr. Eduard Junyent i Subirà en col·laboració amb Anscari M. Mundó. Hem emprat la primera part, el *Diplomatari*, que consta de 234 documents redactats entre l'any 967 i el 1064.

Diplomatari de Sant Bernat Calvó abat de Santes Creus i Bisbe de Vich (DBC).

També fou publicat pel Dr. Eduard Junyent i Subirà, l'any 1956. La documentació d'aquest *Diplomatari* prové principalment de l'Arxiu de la Cúria Fumada i té una cronologia que abasta de 1230 a 1242. Consta de 250 documents, bàsicament notes de les administracions que es devien a la mitra de Vic, balanços i comptes.

Notes Dotzencentistes d'Ausona (NDA), de Carreras i Candi (1906), on utilitzà un gran nombre de documents provinents dels arxius notariais vigatans.

També tenim dades provinents del manual primer de l'Arxiu de la Cúria Fumada (ACF), que té una cronologia de 1230 a 1233, publicat per Rafel Ginebra l'any 1998.

Finalment hem emprat el *Glossarium Mediae Latinitatis Cataloniae* (GMLC), publicat per M. Bassols de Climent i Iohannes Bastardas, entre el 1960 i el 1985.

2.2. Les fonts iconogràfiques

A Osona s'han conservat pocs referents que permetin obtenir aquest tipus d'informació; tot i això, podem trobar alguns exemples de pintura mural, miniatura i numismàtica en què apareixen imatges relacionades amb el món de l'agricultura. Per proximitat geogràfica, podem citar també un menologi de vital importància per a establir el cicle agrícola medieval; ens referim al calendari esculpit de la portalada de Santa Maria de Ripoll.

Quant a la pintura mural, tenim l'absis de Sant Martí del Brull, conservat actualment al Museu Episcopal de Vic. Aquesta obra, que s'atribueix al mestre d'Osormort i que fou realitzada probablement a mitjan segle XII, presenta episodis del Llibre del Gènesi i del Cicle de Salvació (Erra-Ocaña, 1992, p. 18-19).

Respecte a la miniatura la *Biblia de Vic*, de 1268, conservada a l'Arxiu Episcopal de Vic i que figura en el catàleg com a Museu Episcopal de Vic. Manuscrit 1 (XXII). La *Biblia* consta de dos volums i conté alguna escena sobre ramaderia. Donada la mancança d'imatges de caràcter agrícola en la miniatura conservada a Osona, cal buscar altres fonts que permetin obtenir referències sobre eines o formes d'utilitzar-les; per exemple, el *Beatus de Girona*, de l'any 975 (catedral de Girona), el *Comentari de l'Apocalipsi del Beat de Liébana* (Biblioteca Nacional de Torí, ms. lat. 93. fol. 140 r.), la *Biblia de Rodes* (París, Biblioteca Nacional, ms.,



Figura 1. Representació d'Adam tornant de llaurar; s'hi pot veure una arada romana o simètrica. Capítell del Claustre de Santa Maria de l'Estany (s. XII-XIII).

latin 6) procedent del monestir de Sant Pere de Rodes, del segle XI, l'*Homiliari de Beda*, actualment al Museu d'Art de Girona, procedent de la col·legiata de Sant Fèlix i datat a l'últim terç del segle XI, o la *Biblia de Ripoll*, que pertany al segon terç del segle XII i que es troba a la Biblioteca Apostòlica Vaticana. (Vat. lat. 5729, fol. 367 vol. I, fol. 6).

Pel que fa a l'escultura, ja hem dit que ens haurem de remetre a un relleu del Ripollès, el menologi o calendari de la portalada de Santa Maria de Ripoll, que representa cadascun dels mesos de l'any significats per la feina que li és pròpia. Es tracta d'una obra que pertany al tercer quart del segle XII, (c. 1150-1160/70). També cal tenir present una obra veïna, els capitells del claustre de Santa Maria de l'Estany, on apareixen diverses escenes quotidianes del món rural: un home llaurant amb un parell de bous o una escena que mostra la batuda de cereal amb batolles. Es tracta d'una obra datada entre el darrer quart del segle XII i els inicis del segle XIII.

Pel que fa a la numismàtica, tenim un parell d'exemples ben significatius. Dues monedes encunyades a Vic, un òbol i un diner d'argent atribuïts a l'època del bisbe Seniofred (1078-1099). Apareixen en el catàleg de mossèn Josep Gudiol (Vigué, 1980, p. 34 i 36); el diner 8 i l'òbol 17 i es conserven en el Museu Episcopal de Vic. En el revers d'aquestes dues monedes apareixen imatges relacionades amb l'agricultura.

2.3 Les fonts arqueològiques

Les excavacions arqueològiques poden aportar informació de gran importància sobre qüestions agrícoles. A Osona, el poblat medieval de l'Esquerda (Masies de Roda-Roda de Ter, Osona) n'és un bon exemple. Aquest jaciment ibèric i medieval està situat en una península elevada sobre el darrer meandre del riu Ter, abans d'entrar a les Guilleries. La seva cronologia abasta des del segle VIII aC fins a l'any 1314, moment en què aquest poblat fou destruït definitivament enmig de lluites feudals.

Les campanyes d'excavació que s'hi han realitzat des de 1977 han estat vinculades a la Universitat de Barcelona, i dirigides per la Dra. Imma Ollich. L'Esquerda d'època medieval és un poblat urbanísticament ben organitzat entorn d'un carrer, orientat N/S, que condueix a una plaça. El conjunt és presidit per una església romànica (s. XI) dedicada a St. Pere (Ollich et al., 1995, p. 108). De les estructures localitzades ens interessen especialment dues habitacions:

Casa del ferrer (h-5, h-6)

Aquesta casa s'excavà, en dues campanyes consecutives, durant els anys 1984 i 1985. Es tracta d'una construcció de planta rectangular, amb un mur central que distribueix la casa en dues estances. L'entrada estava situada a la zona est de la casa i donava al carrer principal. Entre les dues habitacions de la casa hi havia notables diferències. Una tenia un ús domèstic, i l'altra era una zona de treball, amb eines del camp en procés de reparació. Hi havia una falç per segar, les parts de ferro d'una agullada (rastell i punta), una ferradura, i també còdols de riu foradats que servien per tensar les xarxes utilitzades per pescar al riu Ter (Ollich, 1990).

El graner (h-8)

La campanya d'excavació de l'any 1986 va revelar l'existència d'una estructura de planta quadrada (el que quedava d'una antiga construcció de planta rectangular, la meitat de la qual havia estat amortitzada després de la seva destrucció). La successió estratigràfica era molt semblant a la d'altres zones excavades del poblat medieval: nivell superficial amb humus i terra; nivell d'enderroc amb grans pedres i teules; nivell d'incendi amb cendres i terra cremada; nivell d'ocupació sobre la roca. Però aquesta estructura presentava unes peculiaritats que la diferenciaven de les altres habitacions. Així, les parets i fins i tot la roca del sòl estaven recobertes de guix o argamassa. Finalment, al sòl hi havia forats de pal excavats a la roca, que demostraven la compartimentació de l'espai. D'altra banda, es garbellà la terra procedent de l'estrat cremat i es localitzaren diverses espècies de llavors carbonitzades. Així, es va poder confirmar que aquesta habitació (h-8) es tractava d'un graner. Les anàlisis carpològiques foren realitzades per la Dra. Carme Cubero.

Igualment, per obtenir una aproximació a l'agricultura, cal tenir presents les anàlisis palinològiques, antropològiques, l'estudi de la fauna present al jaciment, etc. El conjunt d'aquestes anàlisis permet formar-se una idea de l'entorn de l'home medieval, la quantitat de massa forestal i de superfície conreada existents, les característiques de l'alimentació humana, la determinació de les espècies vegetals conreades, i també la determinació dels animals que es criaven per al consum, per al transport o per al treball.



Figura 2. Festa del Segar a Lluçà (26 de juny de 1994). La imatge recull la sega i la preparació de les garbes.

2.4. Les fonts etnogràfiques i l'etnoarqueologia

Actualment el fet de viure en un medi més o menys rural no implica estar familiaritzat amb els usos agrícoles tradicionals, que es van perdent de mica en mica: noms d'eines, de feines habituals, etc. És per això que quan hom inicia un treball de recerca en el món agrícola ha de preocupar-se per la localització de tot de termes i costums que han deixat de ser habituals des de fa quatre dies.

Citarem aquí algunes de les fonts que hem emprat: el *Llibre d'Agricultura* (Manuscrit 745, Biblioteca Nacional de Catalunya. Barcelona). Es tracta d'un llibre que va escriure's pels volts de 1495. Del seu autor, anònim, només sabem que era de la vila de Sant Matheu (Baix Maestrat). Es tracta d'un petit llibre de 18 folis en el qual l'autor explica al pagès els seus coneixements sobre els diferents conreus gràcies a la seva pròpia experiència i a la dels que l'envoltaven, i també mercès al llibre de Pal·ladi, que coneixia (Raich, 1978). Un altre compendi importantíssim és el *Costumari Català. El Curs de l'Any*, de Joan Amades. S'hi esmenta, d'una manera molt acurada, la parèmia de cada mes referent a la climatologia i als conreus, les feines que es feien amb relació a qualsevol tipus de conreu, fossin cereals, plantes tèxtils, arbres fruiters o vinya. És molt interessant perquè recull el treball al camp i els processos tradicionals abans de la mecanització.

També en aquest sentit podem esmentar: el *Calendari dels pagesos*; la informació oral de persones que tenen una llarga experiència en el camp; la visita a museus de caràcter etnològic d'Osona o de zones properes, com el Museu de Tavertet, que recull utilitat agrícola tradicional, o el Museu del Blat de Taradell, que aplega eines del camp i tot d'útils relacionats amb el conreu, el procés d'emmagatzematge i de transformació del blat, o el Museu Etnològic del Montseny, La Gabella (Arbúcies). En aquest mateix sentit, és interessant la recuperació, amb caire de festa popular, del segar i el batre tradicional que es fa, per exemple, a Lluçà durant el mesos de juny i juliol.

3. El paisatge agrari a Osona

A partir d'aquestes fonts podem intuir com era el paisatge agrari a Osona des del segle IX fins al XIII. La proporció exacta d'*ager* i *saltus* als segles XIII i IX, en el moment de les primeres rompudes esmentades als documents, és difícil de precisar. Al segle VIII trobem que la població catalana s'ha instal·lat bàsicament a zones muntanyoses amb la fi de cercar-hi refugi. D'aquesta manera, podem distingir una àrea que no s'ha abandonat mai, el Pirineu i el Prepirineu, i que ara rep una aportació important de població, i una zona que pateix el despoblament. La desforestació ha estat provada per les anàlisis palinològiques a la zona del Pirineu entorn a l'any 800 i, en canvi, a les terres baixes, com Osona, els documents ens diuen que les rompudes i les aprisions de noves terres es produïen a la segona meitat del segle IX. En aquest fragment d'escriptura així ho veiem: «Per anc scriptura vinditionis nostre vindimus vobis proprias nostras terre portiones quod nos ibidem traxcimus de eremo primi homines cum subdiones francorum» (DCV, doc. 4, 19 octubre 881, p. 3-4). En aquest cas, els que fan la venda són tres matrimonis, cosa que fa pensar que es tractava d'un grup organitzat per tal de portar a terme la pesada i dura feina de treure la terra de l'erm. En el document següent s'hi introdueix el concepte d'aprisió: «et terra nostra que nobis advenit per aprisiones vel ruptura» (DCV, doc. 19, 7 març 892, p. 18-19).

El contacte de l'home amb el bosc queda palès pel testimoni que ens aporten els documents. Hi ha un veïnatge de les terres de conreu amb la massa forestal. En el període comprès entre els segles IX i XIII s'aniran guanyant noves terres al bosc per convertir-les en camps de conreu.

El patró alimentari en el món medieval continua basant-se en el consum de cereals i vi, i de les terres destinades a rebre aquests dos conreus ens en parla contínuament la documentació.

La terra, anomenada així, sense cap altre qualificatiu, sol ser la terra destinada als cereals. Altres vegades és qualificada segons que estigui conreada o sigui una terra erma (terra culta, inculta, erema). En general, queda clar que és una terra campa. En canvi la paraula camp (*campo*), que per a nosaltres és gairebé consubstancial als cereals, no pot associar-s'hi sempre a l'època medieval (Bolòs, 1993-1994, p. 145-146). Els documents no ens diuen quina mida tenia la terra; en molt poques ocasions apareixen mesures concretes per a cadascun dels límits de la superfície conreada. Les que així hem trobat i hem pogut calcular, expressades en destres, ens mostren porcions de terra de forma rectangular, lleugerament trapezoidals i força irregulars, al costat de terres que, com els seus noms indiquen, són rodones o allargades; per exemple, tenim documentat un camp rodó, «Et in ipso campo retondo, qui est prope Kampo de Amatore, vindo vobis ipsa mea porcione» (DCV, doc. 33, 28 maig 902. p. 31). El més habitual és que la terra es mesuri en *modiatis*, *semodiatis*, *pareliatis*, que són superfícies de 49 àrees o de 24,5 àrees, és a dir, extensions no gaire grans de terra.

El conreu de la vinya és molt present a Osona, com ho demostren els documents i també l'anàlisi carpològica (presència a l'Esquerda de llavors de raïm carbonitzades). La vinya pot conrear-se en forma de ceps o bé enasprada entorn d'un arbre; és el cas de les *trileas*. En tenim una referència en un document del 983: «Per hanc scriptura [vin]dicionis me vindo tibi casa cum curte et orto et terra cum ipso verdegario, cum ipsas vites que dicunt trilia, [cum] ipsos arbores...» (DCV, doc. 501, 17 abril 983, p. 421-422). Hi ha, doncs, una estreta relació entre l'arboricultura i la viticultura. El vinyar sol estar localitzat a la solana i envoltat d'altres vinyars: detectem una forta concentració de terres dedicades a la vinya, cosa que es reflecteix quan en els documents s'esmenten les afrontacions. Com per a la resta de la terra, també es mesura en mujades, però no d'una manera generalitzada. Les formes de la vinya també són molt variades; les referències documentals parlen de vinyes triangulars i també de llargues i estretes.

Al costat d'aquests tipus de terra, trobem molts horts en les explotacions agrícoles, situats en zones concretes i agrupats com succeeix amb les vinyes, en aquest cas en zones fàcils de regar. Però també, i com és normal, n'hi ha vora les cases. Igualment s'esmenten *insulas*, *quintanas* i, en comptades ocasions, les terres dedicades al conreu del lli i del cànem.

Aquest conjunt mostra un paisatge format per extensions més o menys grans de bosc, amb camps de petites dimensions entremig i zones reservades per a determinats conreus, com la vinya.

Pel que fa a les espècies conreades, cal dir que la diversificació de cereals, d'arbres fruiters i de productes conreats a l'hort es produeix a la baixa edat mitjana, a partir dels segles XII i XIII. A la documentació osonenca dels segles IX i X que hem emprat, apareixen esments de la vinya, i també de diversos arbres fruiters: oliveres, figueres, pruners i cirerers, per bé que els esments són molt esporàdics. Quant a les plantes tèxtils, també es documenta la presència de llinars i canemars. Igualment es mencionen, per la seva importància en l'ali-

mentació del bestiar, els roures i les alzines. Als segles XII i XIII, moment en què les escriptures es fan més explícites, trobarem documentats diversos tipus de cereals. A nivell arqueològic, el cas del graner (habitació h-8) excavat al jaciment de l'Esquerda documenta que al segle XIII hi havia un seguit de llavors conreades i de plantes herbàcies. Pel que fa a les primeres, destaquen els llegums —erb, veça, cigró i llentia— i els cereals —ordi, civada, blat comú, espelta bessona o pisana, espelta petita, sègol i mill—; completen el conjunt els fruits carnosos i secs —raïm, ametlló—. (Cubero-Ollich, 1989; Ollich-Cubero, 1991).

A partir d'aquest exemple es pot parlar, doncs, de policultiu, de conreu en una mateixa zona de productes molt diversos destinats a alimentar la població local, molt diferents del monocultiu, que implicaria una gran especialització.

Una altra qüestió plantejada és la de la fertilitat del sòl. Apareixen dos sistemes emprats: la rotació biennal, més pròpia del món altmedieval, i la rotació triennal, que comença a practicar-se aquí a partir del període baixmedieval. Aquest segon sistema s'ha identificat a Osona també a nivell arqueològic a l'Esquerda, on l'estudi carpològic del graner ha determinat un primer cultiu, que combina farratges i llegums, amb un segon cultiu, de blat, i un tercer cultiu, d'ordi/civada.

Quant a l'utilatge que el pagès feia servir, entre els segles X i XIII es van produir millores considerables. La documentació escrita que hem emprat per a Osona no és gaire explícita sobre aquest punt. Dels 651 documents que conté el *Diplomatari de la Catedral de Vic*, només a vuit s'esmenta alguna eina; en general es tracta de tones, cubs, barrils, portadores, etc., tot recipients que cal relacionar amb el conreu de la vinya i la producció del vi. Cal destacar, però, la referència següent: «boves cum suo aperio et ipsa agulgada cum sua restellada» (DCV, doc. 217, 8 juliol 943, p. 184-185). Veiem com es menciona una agullada, que és un bastó llarg que té en un cap el rastell: una paleta de ferro que serveix per a netejar la rella de l'arada quan s'hi adhereix terra; i a l'altra cap hi ha una punta de ferro per picar els bous que tiren de l'arada. Aquesta eina també està documentada a nivell arqueològic, car fou localitzada a l'Esquerda, a l'habitació h-6 (1985) (Sancho, 1991, p. 47-49). És interessant comprovar com una eina que l'arqueologia ha pogut documentar als segles XII i XIII ja apareix consignada dins la primera meitat del segle X. En un document del segle XIII del *Diplomatari de Sant Bernat Calbó*, es parla de dos parells de bous, tres arades i dues aixades (DBC, doc. 250, 14



Figura 3. Revers d'un diner d'argent de l'època del bisbe Berenguer Seniofred (1078-1099). Museu Episcopal de Vic.

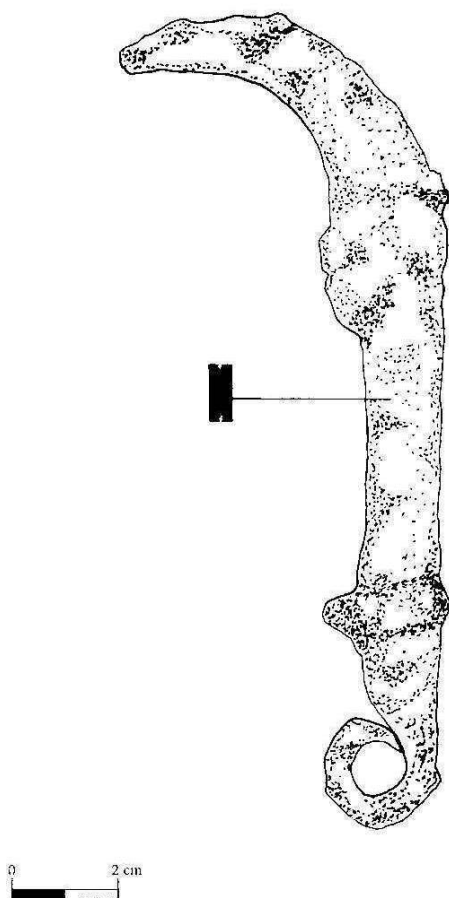


Figura 4. Trinxet de ferro o petit podall utilitzat per a la verema o per a tenir cura dels ceps. (Jaciment Arqueològic de l'Esquerda-E90-02002-15). S. XII-XIII. Museu Arqueològic de l'Esquerda de Roda de Ter.

juliol 1243, p. 152-154). El tipus d'arada que es feia servir era la romana o simètrica, primer amb la punta endurida pel foc i després amb la rella de ferro. En el cas osonenc en tenim un exemple iconogràfic en el revers del diner del bisbe Berenguer Seniofred (1078-1099), on apareix un pagès que aguanta amb la mà dreta l'arada separada del terra, mentre que, amb l'agullada que sosté amb la mà esquerra, condueix un parell de bous. Aquesta creiem que és la descripció correcta del que Jordi Vigué descriu com «... un home dret..., el qual porta un sarró penjat en bandolera i recollit a l'extrem de la composició; aquest home sembla tornar del camp i mena, amb el bastó que sosté amb la mà esquerra, des de darrera, un parell de bous,...» (Vigué, 1980, p. 34-35). Creiem que el sarró és en realitat l'arada, i que bastó pot ser l'agullada.

L'arqueologia també ens dona informació sobre com eren les falçs medievals: en tenim també un exemple a l'Esquerda, datada als segles XII-XIII (E85-2850). El tipus de falç que



Figura 5. Homes afrontats utilitzant unes batolles per a batre el cereal. Capítell del Claustre de Santa Maria de l'Estany (s. XII-XIII).

s'hi ha localitzat és de la mateixa tipologia que les esmentades per Julio Caro Baroja al seu llibre *Tecnología popular española* i que ell presenta com a falçs hispanogermàniques de Vadiello (Sòria) (Caro Baroja, 1996, p. 77-81-83). A banda d'aquest instrument, també hem de parlar d'aixades (Sant Martí del Brull); càvecs (representació de la portalada de Santa Maria de Ripoll); destrals amb massa (portalada de Ripoll), emprades en la matança del porc o destrals robustes per a la feina relacionada amb el bosc; podalls amb escarpell, relacionats amb la vinya (*Bíblia de Ripoll*, fol. 6, s. XI. Biblioteca Vaticana) o també petits podalls o trinxets, com el localitzat al jaciment arqueològic de l'Esquerda (E90-02002-15), que servien per a la verema o per a tenir cura dels ceps (figura 4); podadores de fulla, en forma de paleta o d'espàtula o gatzolls (espècie de podadora amb ganxo i esquena tallant, amb mànec llarg de dos o tres metres, per tallar brancons alts) com els que també es representen a la *Bíblia de Ripoll* (fol. 6, s. XI. Biblioteca Vaticana). Però, evidentment, també les eines de fusta feien un important paper a l'agricultura medieval; eines que l'arqueologia, si no és en unes condicions molt determinades, mai no podrà documentar, i que tampoc no s'esmenten en els documents; ens referim a les forques, o també a les batolles que servien per a batre cereals o llegums, aquestes últimes representades en un capítell del claustre de Santa Maria de l'Estany (s. XII-XIII).

Finalment, la periodització del treball agrícola en el món medieval la trobem representada en el programa iconogràfic de la portalada de Santa Maria de Ripoll. Així podem veure la inactivitat durant el mesos de desembre, gener i febrer, la llaura dels camps el març a fi de realitzar una possible sembra de primavera, la pastura dels porcs fora del tancat que protegeix el conreu, que representa l'abril, la recollida de fruita el maig, la sega de cereals el juny, la recollida en garbes que precedeix la batuda el juliol, la reparació de les tones que han de contenir el vi l'agost, la verema el setembre, la pastura dels remats de porcs sota roures i alzines l'octubre i la matança del porc el novembre.

Bibliografia

AMADES, J. (1989), *El Costumari Català. El curs de l'any*. Vol. I, II, III, IV i V. Barcelona, Salvat Editors.

- BASSOLS, M.; BASTARDAS, I. (1960-1985), *Glossarium Mediae Latinitatis Cataloniae*. Vol. I (A-D). Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.
- BLOCH, M. (1952), *La historia rural francesa. Caracteres originales*. Col. Historia. Vol. III. Ediciones Crítica.
- BOLÒS, J. (1993-1994). «Aportació al coneixement de les terres de conreu a Catalunya a l'Edat Mitjana». *Acta historica et archaeologica Mediaevalia*, 13-14, p. 143-174.
- CANTERA, E. (1987), *Instrumentos y técnicas de cultivo en la plena Edad Media europea (s. X-XIII)*. Cuadernos de Historia Medieval, V i VIII.
- CARRERAS, F. (1906), *Notes Dotzecentistes d'Ausona*. Miscel·lània Històrica Catalana. Sèrie II. Barcelona, Imprenta de la casa Provincial de la Caridad.
- CUBERO, C; OLLICH, I. (1989). «Paleocarpologia i agricultura a l'Edat Mitjana: l'excavació i l'estudi d'un graner medieval a Catalunya». Actas III Congreso de Arqueología Medieval Española. Oviedo, març, p. 73-85.
- DUBY, G. (1966), «Le problème des techniques dans l'agriculture» *Settimane di Studio del Centro Italiano Sull'alto Medioevo*, XIII. *Agricoltura e mondo rurale in occidente nell'alto medioevo*. Spoleto, p. 267-284.
- DUBY, G. (1968), *Economía rural y vida campesina en el occidente medieval*. Barcelona, Ediciones Península.
- DUBY, G. (1980), *Hombres y estructuras en la Edad Media*. Madrid, Siglo XXI.
- DUBY, G. (1989), *Guerreros y campesinos. Desarrollo inicial de la economía europea (500-1200)*. Madrid, Col. Historia Económica Mundial. Siglo XXI.
- ERRA, A.; OCAÑA, M. (1992), *Esglésies romàniques. 118 testimonis arquitectònics de la història d'Osona*. Guies del Patrimoni Comarcal. Vol. 11, Figueres, Carles Vallès, editor.
- FREEDMAN, P. H. (1993), *Els orígens de la servitud pagesa a la Catalunya Medieval*. Col. Referències. Vol. 15. Vic, Eumo Editorial.
- GINEBRA, R. (1998), *Manual primer de l'Arxiu de la Cúria Fumada de Vic (1230-1233)*, Barcelona, Pagès Editors, 2 volums.
- GOFF, J. LE. (1966) «Les paysans et le monde rural dans la littérature du haut moyen âge. (Vè-Viè siècles)». *Settimane di Studio del Centro Italiano Sull'alto Medioevo*, XIII. *Agricoltura e mondo rurale in occidente nell'alto medioevo*. Spoleto, p. 723-744.
- JUNYENT, E. (1956), *Diplomatari de Sant Bernat Calvó abat de Santes Creus. Bisbe de Vich*. Vol. XIV. Reus, Asociación de Estudios Reusenses.
- JUNYENT, E. (1987), *Diplomatari de la Catedral de Vic. Segles IX-X*. Vol. 1, 2, 3, 4. Vic, Patronat d'Estudis Ausonens.
- JUNYENT, E. (1992), *Diplomatari i escrits literaris de l'abat i bisbe Oliba*. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans. Memòries de la Secció Històrico-Arqueològica. Vol. XLIV.
- OCAÑA, M (1998), *El món agrari i els cicles agrícoles a la Catalunya Vella (s. IX-XIII)*. Barcelona, Publicacions Universitat de Barcelona.
- OLLICH, I. (1990), *L'Esquerda, Sector Medieval. Memòria de les excavacions arqueològiques*. 1984-1988. Generalitat de Catalunya (inèdita).
- OLLICH, I.; CUBERO, C. (1991), «El graner de l'Esquerda: un conjunt tecnològic agrari a la Catalunya Medieval». Actes del 1r. i 2n. CURS D'ARQUEOLOGIA D'ANDORRA. Andorra La Vella, p. 33-47.
- OLLICH, I. et. al. (1995), *A banda i banda del Ter. Història de Roda*. Vic, Col·lecció L'Entorn. Vol. 30. Eumo Editorial.

- OLLICH, I; ROCAFIGUERA, M.; OCAÑA, M. (1998), *Experimentació arqueològica sobre conreus medievals a l'Esquerda, 1991-1994*, Barcelona, Publicacions Universitat de Barcelona.
- RAICH, R. M. (1978), *L'agricultura a Catalunya a través d'un manuscrit del segle xv*. Tesi de Llicenciatura (inèdit). Facultat de Geografia i Història de la Universitat de Barcelona.
- SALRACH, J. M. (1990), «Nos traximus de heremo primi homines». Notes sobre la fase del creixement medieval (Paisatge i poblament a l'Alta Edat Mitjana a Catalunya). Vic, *Cota Zero*, 6. Eumo Editorial, p. 86-91.
- VIGUÉ, J. (1980), «Les monedes episcopals vigatanes». *Quaderns d'Estudis Medievals*, núm. I. Maig, p. 30-42.

L'ESQUERDA: DE LA SEMBRA A L'EMMAGATZEMATGE. EXPERIMENTACIÓ ARQUEOLÒGICA SOBRE TÈCNiques AGRÍCOLES MEDIEVALS

Imma Ollich i Castanyer; Montserrat de Rocafiguera i Espona

Universitat de Barcelona; Fundació Privada l'Esquerda.

Paraules clau: *arqueologia experimental, edat mitjana, tècniques agrícoles.*

L'Esquerda. From sawing to storage. An archaeological experiment about mediaeval agricultural technics.

Summary: *A granary dated in XIIIth. Century was found in the archaeological site of l'Esquerda (Roda de Ter - Catalonia). The palaeocarpological study of the burned inside provided a lot of data about mediaeval agriculture. From those data, a long-term experimental archaeology project is developed in a place next to the site. We present here the different agricultural works that are carried on during the year (sawing, planting, weed controlling, harvesting, threshing and storing), and the controll on them to mesure productivity.*

Key words: *experimental archaeology, Middle Ages, agricultural technics.*

El jaciment ibèric i medieval de l'Esquerda es troba situat a la comarca d'Osona, al municipi de Roda de Ter. El riu configura un meandre al voltant de l'assentament, formant una península espadada en el punt de contacte entre la plana de Vic i les Guilleries. La seva excepcional situació estratègica explica la continuïtat d'ocupació de l'indret al llarg de 2500 anys. Les excavacions arqueològiques sistemàtiques portades a terme per un equip de la Universitat de Barcelona des de l'any 1977 fins ara, han posat al descobert restes d'un poblat ibèric (s. V-I a C) i d'un poblat medieval (s. VIII-XIV dC) (Ollich, Ocaña, Ramisa, Rocafiguera, 1995).

1. L'evidència arqueològica

L'any 1986 es va excavar a l'àrea medieval del jaciment de l'Esquerda un graner de finals del segle XIII. Es tracta d'una estructura quadrada, construïda amb pedra i tàpia i coberta amb teules. L'interior era arrebossat amb una fina capa de guix, i compartimentat mitjançant elements vegetals trenats, com assenyalen els forats de pal picats directament a la roca. Va ser destruït per un incendi (Ollich, Cubero, 1990).

2. L'anàlisi paleocarpològica

La caiguda de la teulada del graner, provocada per l'incendi, va fer que el contingut es cremés en somort, tot conservant les llavors emmagatzemades. L'anàlisi paleocarpològica ha permès identificar un seguit d'espècies de cereals, llegums i plantes ruderals corresponents a les espècies conreades i consumides durant l'edat mitjana. També ha proporcionat informació sobre sistemes i tècniques de conreu medievals (Ollich, Cubero, 1989).

3. L'arqueologia experimental

L'arqueologia experimental consisteix a contrastar les hipòtesis basades en les evidències sorgides en el curs d'una excavació mitjançant un mètode empíric. Aquest nou sistema va ser utilitzat per primera vegada a la Butser Ancient Farm (Hampshire, Anglaterra) pel Dr. Peter J. Reynolds (Reynolds, 1988). Des del 1991 s'està duent a terme a l'Esquerda un projecte d'arqueologia experimental, amb la col·laboració del Dr. Reynolds i un equip d'especialistes. El projecte es fa des de la Universitat de Barcelona, amb el suport de la DGICYT del MEC (Projectes PB90-0430 / PB94-0842 / PB98-1241) (Ollich, *et al.*, 1998).

4. El projecte leaf a l'esquerda

L'objectiu del projecte consisteix en aconseguir diversos cicles de collites, amb cereals i llegums, que actualment han desaparegut i/o gairebé no es cultiven. La tècnica de conreu emprada és la més similar possible a la dels temps antics, sense adobs ni productes químics, per tal d'estudiar l'evolució natural del sòl. Amb un control de la meteorologia i dels canvis en la composició química de la terra de conreu, es comptabilitzen els resultats de les diverses collites, per tal d'obtenir-ne els índexs de productivitat, rendiment i desgast del sòl, resistència dels cereals antics als fenòmens meteorològics adversos, etc.

L'àrea de l'Esquerda s'ha concebut com una zona de recerca agrícola destinada a l'experimentació a curt i llarg termini. S'hi realitzen els següents experiments:

- *Camps de conreu*: es treballa en quatre camps, dividits en fulles on es practica la rotació biennal i triennal d'hivern i primavera.
- *Paller, tanca i altres elements agrícoles*.
- *Earthwork*. Experiment d'erosió i sedimentació.
- *Sitges i graner*, per a l'emmagatzematge dels cereals.

4.1. De la sembra a la sega

Les llavors: les espècies que es cultiven són: espelta bessona (*Triticum dicoccum*), ordi vestit (*Hordeum vulgare*), faves (*Vicia faba*), espelta (*Triticum spelta*) i sègol (*Secale cereale*), totes identificades al graner.

La sembra: els camps se sembren a la tardor i a la primavera, mitjançant el sistema tradicional dels solcs.

El control del creixement: setmanalment es porta un control del procés de creixement de les plantes.

El control de les males herbes: al maig, durant el procés de maduració de les plantes, es realitza una anàlisi exhaustiva de les males herbes associades.

La sega: un cop realitzats els mostreigs i les mesures pertinents, es realitza la sega. Es fa pel sistema tradicional, amb falç, i la collita es recull amb garbes, tal com mostra la iconografia medieval.

El batre: es realitza manualment, mitjançant les batolles, per tal de separar el gra de la palla. Després es venta i es garbellen les llavors. (Ollich, Reynolds, Ocaña, Rodafiguera, 1996).

4.2. L'emmagatzematge

Un cop separada, la palla es col·loca al voltant d'un pal i es forma un paller. Les llavors s'emmagatzemen a l'interior d'un graner o en sitges subterrànies. A l'Esquerda s'està experimentant amb els dos processos.

5. La construcció del graner

A l'àrea de recerca experimental de l'Esquerda s'ha construït un graner que reproduïx el que es troba al jaciment. El procés i les tècniques de construcció utilitzades han estat les mateixes que a l'edat mitjana: carreus de pedra lligats amb morter de calç i sorra per fer una base d'uns 80 cm d'alçada, sobre la qual es recolzen les parets de tàpia. La coberta és feta amb bigues de roure i teules (Rocafiguera, Ollich, 1998).

A l'interior s'han fet els mateixos forats localitzats al graner original, i s'ha construït la compartimentació amb un entramat vegetal de branques tendres d'avellaner. Aquests dipòsits interiors s'han revestit amb un morter de calç i sorra per consolidar-los i impermeabilitzar-los.

6. L'estat actual de la recerca

Pel que fa al conreu, actualment s'han obtingut ja nou cicles de collites en els camps experimentals, de les quals s'han reunit totes les dades meteorològiques, edafològiques, de creixement i de productivitat. Tot això serveix per a elaborar una base de dades que ens permeti extreure resultats extrapolables a l'edat mitjana. Ara bé, a causa de la gran quantitat de variables a tenir en compte, això només és possible amb un experiment a llarg termini.

Quant a l'emmagatzematge, s'experimenta des de fa cinc anys amb sitges subterrànies: s'han omplert de cereal (blat i ordi), s'han segellat amb una llosa coberta d'argila i s'han deixat durant diferents espais de temps, per tal d'estudiar el procés de conservació i de deteriorament del cereal ensitjat.

El darrer experiment està en relació directa amb el graner, un cop acabat el seu interior: a l'octubre del 2000 es va omplir per primera vegada un dels dipòsits amb ordi. Es porta un control setmanal de la temperatura del gra emmagatzemat amb l'objectiu d'analitzar el seu comportament fins a l'obtenció de la nova collita.

Bibliografia

- CUBERO, C. (1998); «Determinació antracològica de les restes de fusta cremada del jaciment de l'Esquerda». *I Simpòsium d'Arqueologia Medieval. Homenatge al professor Manuel Riu*. Berga, 26-28 març de 1998.- (en premsa).
- OCAÑA, M. (1998a); *El món agrari i els cicles agrícoles a la Catalunya Vella (s. IX-XIII)*. Universitat de Barcelona. Documenta, 1, 136 pàg.
- OCAÑA, M. (1998 b); «Fonts arqueològiques i etnogràfiques per a l'estudi de l'agricultura medieval». *I Simpòsium d'Arqueologia Medieval. Homenatge al professor. Manuel Riu*. Berga, 26-28 març de 1998. (en premsa).
- OCAÑA, M. (1998c); «El treball agrícola medieval a la vessant sud dels Pirineus (s. IX al XII)». *II Congrés Internacional. Història dels Pirineus*. Girona, 11-14 nov. 1998 (en premsa)
- OLLICH, I.; CUBERO, C. (1989); «Paleocarpologia i agricultura a l'Edat Mitjana: l'excavació i estudi d'un graner medieval a Catalunya» a *III Congreso de Arqueología Medieval Española*. Oviedo, març 1989.
- OLLICH, I.; ROCAFIGUERA, M. (1990); «Les etapes de poblament al jaciment de l'Esquerda. Les Masies de Roda de Ter, Osona (s. VIII aC - s. XIV dC)», a *Tribuna d'Arqueologia* 1989-1990, p. 101-110.
- OLLICH, I.; CUBERO, C. (1990); «El graner de l'Esquerda: un conjunt tecnològic agrari a la Catalunya Medieval», a *La Vida Medieval a les dues vessants del Pirineu* (1r i 2n curs d'arqueologia d'Andorra). Andorra, 1990, p. 33-47.
- OLLICH, I. ; ROCAFIGUERA, M. (1993); *L'oppidum ibèric de l'Esquerda* (Roda de Ter, Osona). Barcelona, Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya (Col·lecció Memòries d'Excavacions Arqueològiques, n. 7). 99 pàg.
- OLLICH, I.; REYNOLDS, P. J.; ROCAFIGUERA, M. (1993 a); «L'Earthwork de l'Esquerda. Un experiment en processos de formació», a *IV Congreso de Arqueología Espacial* (Procesos Postdeposicionales), Teruel, Colegio Universitario de Teruel, p. 341-352.
- OLLICH, I.; REYNOLDS, P. J.; ROCAFIGUERA, M. (1993 b); «Agricultura medieval i arqueologia experimental: el projecte de l'Esquerda», a *IV Congrés d'Arqueologia Medieval Espanyola*, Alacant, 1993.
- OLLICH, I.; OCAÑA, M.; RAMISA, M.; ROCAFIGUERA, M. (1995); *A banda i banda del Ter, Història de Roda*, Ajuntament de Roda de Ter/ Eumo Editorial. (L'Entorn, 30).
- OLLICH, I.; REYNOLDS, P. J.; OCAÑA, M.; ROCAFIGUERA, M. (1996); «Experimentació arqueològica sobre sistemes de conreus medievals. Primers resultats del projecte de l'Esquerda». *XIV Jornades d'Estudis històrics locals. La Mediterrània, àrea de convergència de sistemes alimentaris (s. V-XVIII)*. Palma de Mallorca, 1996, p.153-168.
- OLLICH, I.; REYNOLDS, P. J. ROCAFIGUERA, M.; OCAÑA, M. (1997); «L'Esquerda. Ecology, environment, and agricultural productivity». *A Medieval Europe Brugge 1997*. An International Conference of Medieval and Later Archaeology. 1st-4th october 1997 (en premsa).

OLLICH, I. (COORD.); BLANCAFORT, F.; CABALLÉ, A.; COSTA, R.; ESPONA, P.; MARTÍ, J.; OCAÑA, M.; REYNOLDS, P. J.; RINCÓN, M. A.; RIU, M.; ROCAFIGUERA, M.; SERRAT, D. (1998), *Experimentació arqueològica sobre conreus medievals a l'Esquerda. 1991-1994*. Universitat de Barcelona. Monografies d'arqueologia medieval i post-medieval, n. 3. Barcelona. p. 234.

REYNOLDS, P. J. (1988); *Arqueologia experimental. Una perspectiva de futur*.- Vic, Eumo Editorial.

ROCAFIGUERA, M.; OLLICH, I. (1998); «Evolució del sistema de construcció al jaciment de l'Esquerda. De l'època ibèrica a la medieval.» *I Simpòsium d'Arqueologia Medieval. Homenatge al professor Manuel Riu*. Berga, 26-28 març de 1998. (en premsa).









COVARIÀNCIA I INVARIÀNCIA A L' *ESPACES COURBES* DE CESARE BURALI-FORTI I TOMMASO BOGGIO

Josep Manel Parra Serra; Emma Sallent Del Colombo

Departament de Física Fonamental. Universitat de Barcelona

Paraules clau: *covariància, invariància, relativitat, Burali-Forti, Boggio, Marcolongo, Ricci, Levi-Civita.*

Covariance and Invariance in Cesare Burali-Forti and Tommaso Boggio's *Espaces Courbes*.

Summary: *We analyse some features regarding Cesare Burali-Forti and Tommaso Boggio's notions of covariance and invariance, considered in their 1924 book *Espaces Courbes. Critique de la Relativité*. The authors establish a correspondence between their own mathematical formalism and the absolute calculus of Ricci and Levi-Civita. These developments are mainly used to criticise the theory of relativity from a mathematical perspective.*

Key words: *covariance, invariance, relativity, Burali-Forti, Boggio, Marcolongo, Ricci, Levi-Civita.*

1. Introducció

El 1924 es publica el llibre *Espaces Courbes. Critique de la Relativité* de Cesare Burali-Forti (1861-1931) i Tommaso Boggio (1877-1963) (Burali-Forti Boggio, 1924) que, en línia amb el treball d'altres matemàtics com Giuseppe Peano (1858-1932), pretenia reformular les lleis de la física prescindint de la utilització de les coordenades. El nou formalisme es basava en la sistematització de les notacions del càlcul vectorial i en les dites *homografies vectorials*.

El marc històric en què apareix aquesta contribució és el de la confrontació entre l'escola de Peano, de geometria intrínseca en la línia de Leibniz i Grassmann (vegeu Couturat, 1901) i la de Ricci (1853-1925) i Levi-Civita (1873-1941), de geometria cartesiana basada en les relacions entre components i coordenades.

L'*Espaces Courbes* representa un punt de discontinuïtat en la col·laboració manteneduda per Cesare Burali-Forti i Roberto Marcolongo. Conjuntament havien publicat treballs entre 1907 i 1911 participant activament en la discussió sobre les notacions vectorials en revistes com l'«Enseignement mathématique» o «Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo» (Burali-Forti, Marcolongo, 1907a, b; 1908a, b; 1911). Havien publicat també llibres de càlcul

vectorial i d'homografies vectorials, (Burali-Forti, Marcolongo, 1909a, 1909b; 1912-1913), amb aplicacions als diferents àmbits de la física incloent l'electrodinàmica. (Marcolongo, 1906; 1912; 1913).¹ El 1921 Marcolongo publica *Relatività* (Marcolongo, 1921), el primer llibre italià sobre la teoria de la relativitat especial i general, utilitzant el formalisme del càlcul amb coordenades de Ricci i Levi-Civita. Marcolongo serà un dels divulgadors de la teoria de la relativitat a Itàlia. (Cattani, 1996). De tota manera, en aquesta obra que suposa una interrupció de l'estreta col·laboració del «*binomio vettoriale*», Marcolongo afirma: «Anche alla teoria della Relatività sono applicabili, con completo successo, i metodi delle omografie vettoriali di cui, da molti anni, facciamo uso e ci sforziamo di diffondere, il Prof. Burali-Forti ed io... Ma il seguire tal via mi avrebbe costretto a valermi delle parti più astratte e più complesse di teorie che non sono ancora conosciute da tutti»; tornaran de fet a treballar plegats el 1929 (Burali-Forti, Marcolongo 1929).

Contribucions a la formulació intrínseca dels espais corbats són els articles de 1918 a 1922 (Boggio, 1918; 1919; Burali-Forti, 1922a, 1922b), l'*Espaces Courbes* del qual ens ocuparem aquí, els articles escrits a partir de 1926, com ara Boggio, 1926; 1928a, 1928b, 1928c, 1928d; 1929a, 1929b; i el llibre del 1930 (Burgatti, Boggio, Burali-Forti, 1930).

2. Estructura de l'*Espaces Courbes*

El llibre s'articula en dues parts, i presenta una introducció *volgudament polèmica*, en la qual els autors declaren que la finalitat del llibre és la crítica de la teoria de la relativitat. Afirmen que la crítica s'hauria de dur a terme des de quatre punts de vista diferents: el físic experimental, el filosòfic, el de les relacions amb la mecànica clàssica, i el matemàtic. Insisteixen en el fet que en el llibre tractaran essencialment els aspectes matemàtics.

En la primera part es desenvolupa la teoria del vectors i de les homografies vectorials (aplicacions multilineals vectorial-valuades), en dimensió arbitrària en un espai euclidià. Després d'aquests desenvolupaments matemàtics, que ocupen gairebé tota la primera part, es procedeix a establir una correspondència entre el formalisme intrínsec dels autors i el càlcul absolut amb coordenades de Ricci i Levi-Civita. (Levi-Civita, Ricci, 1901). Amb aquesta finalitat, introdueixen les nocions de sistema múltiple covariant i contravariant (els avui anomenats tensors), la seva suma, producte i composició, així com també els objectes corresponents als tensors de Riemann, de Ricci, d'Einstein, i als símbols de Christoffel.

En la segona part els autors analitzen la teoria dels espais corbats i duen a terme, emparant-se en els desenvolupaments matemàtics de la primera part, la crítica de la relativitat.

3. Anàlisi de la covariància

Els autors defineixen els conceptes de covariància, contravariància i invariància d'un objecte al realitzar una *transformació d'un punt a un altre*, i demostren que aquestes definicions són equivalents a les del càlcul absolut amb coordenades. La introducció d'aquestes

1. Per a una discussió sobre els treballs d'electrodinàmica de Marcolongo vegeu Giannetto, 1999a, 1999b; Pratesi, 1999.

nocions resulta necessària a l'hora d'establir la correspondència amb el formalisme de Ricci i Levi-Civita.

L'anàlisi i la crítica del concepte de covariància constitueix un dels punts claus a l'hora d'atacar la teoria de la relativitat. Era opinió generalitzada que aquesta teoria es basa en el *principi de covariància general*, que estableix que les lleis de la física no han de canviar en una transformació general de coordenades.² Segons els autors, aquest principi no té cap fonament experimental, ja que les transformacions generals de coordenades no existeixen en la natura (Burali-Forti, Boggio 1924: 222) i hi ha pocs arguments i molts confosos per admetre aquest principi. Una d'aquestes justificacions és que la covariància conserva la mètrica o, dit altrament, que les distàncies són independents de la representació. (Boggio, 1919, Nota II: 170). Argumenten que han trobat uns tipus nous de covariància que no poden ser definits utilitzant el càlcul absolut amb coordenades i , en particular, un que també conserva la mètrica. Al fer la traducció del tensor de Ricci observen que es tracta d'un objecte que ells anomenen *covariant de primer tipus*, insisteixen en què *no és covariant de segon tipus*, i afegeixen que podrien trobar un objecte covariant d'aquest últim tipus que conduiria a una altra teoria de la relativitat, inconsistent amb la primera.

Per comprendre l'abast d'aquests arguments cal analitzar en detall els desenvolupaments matemàtics. Burali-Forti i Boggio parteixen de l'equivalència entre les homografies vectorials d'ordre n i els sistemes múltiples d'ordre $n+1$. Un cop trobada la correspondència pels sistemes múltiples, diran que un sistema és covariant, contravariant o invariant si es comporta d'una manera especificada *al passar d'un punt a un altre*.

Les expressions matemàtiques que defineixen la covariància i la contravariància de diferent tipus es corresponen amb les fórmules de transformació dels tensors mixtos. Així, per el cas particular d'un tensor d'ordre tres, la covariància de primer tipus correspon a un tensor 3-covariant; la covariància de segon tipus a un tensor 2-covariant 1-contravariant, etc. El fet que «la covariància conserva la mètrica» es formula de la manera següent: donada la regla de transformació dels vectors al passar d'un punt a un altre, el quadrat de l'element de longitud ds^2 , que expressa la distància, roman invariant si l'homografia α (la mètrica) és covariant de primer o de segon tipus. A partir d'aquesta idea, si l'homografia que tradueix el tensor de Ricci (l'homografia ψ de primer ordre) és covariant de primer tipus, hauria de ser-ho també de segon, ja que entenem que els dos tipus coincideixen en el cas d'una homografia de primer ordre. De fet, l'anàlisi detallada de la demostració segons la qual l'homografia de Ricci és covariant de primer tipus (Burali-Forti, Boggio 1924: 74) ens porta, no sense sorpresa, a concloure que és també covariant de tipus dos.

Analitzant les contribucions fetes pels autors en els treballs posteriors a l'*Espaces Courbes*, no hem trobat cap referència ni comentari a aquesta discussió. Les contribucions de la bibliografia secundària (Cattani, 1996; Freguglia, 1986; Maiocchi, 1985, 1986) tampoc no ajuden a aclarir aquest aspecte, ja que no entren gairebé mai en l'anàlisi de les matemàtiques involucrades.

A partir dels covariants i contravariants demostren que es poden construir els invariants que són els objectes que descriuen les propietats geomètriques i físiques dels sistemes (Burali-Forti, Boggio 1924: nota I)

Dues diferències substancials amb la covariància de Ricci i Levi-Civita es posen de

2. Per a una anàlisi de la evolució històrica del concepte de covariància general, vegeu Norton, 1993.

manifest en la natura de les homografies σ , que transformen vectors en un punt en vectors en un altre punt (transformacions actives). Els autors insisteixen en què s'ha de comprovar en cada cas si un objecte és covariant o contravariant respecte a *una* determinada transformació. A aquesta covariància «particular i activa» es contraposa la covariància «general i passiva» del formalisme de Ricci.

Aquestes diferències, així com detalls tals com no preveure la possibilitat d'una diferenciació d'índexs a partir del tercer, ens fan evident que no tractem amb formalismes completament equivalents o traduïbles. Per tant, les crítiques adreçades pels autors a suposades inconsistències del formalisme de Ricci podrien interpretar-se també en termes de les pròpies mancances d'un sistema en estat d'elaboració.

4. Conclusions

Aquest treball forma part d'un intent de comprensió dels desenvolupaments matemàtics presents en aquesta obra de Cesare Burali-Forti i Tommaso Boggio, cosa que no sembla ser la tònica general de les aproximacions historiogràfiques al tema. Aquestes han estat descriptives i han basat la crítica en les parts del text més obertament polèmiques, sense entrar a analitzar en detall les matemàtiques implicades. Analitzar els *excessius* atacs a la teoria de la relativitat en clau de la controvèrsia amb l'escola de Ricci i Levi-Civita podria contribuir a una més justa valoració de les seves contribucions. Cal recordar que el problema de la intraduïbilitat entre teories científiques, més enllà del caràcter pretesament unívoc de les correspondències establertes, és expressió d'una diferent concepció del món.³

Agraïments

E. Sallent voldria agrair a E. A. Giannetto el valuós temps dedicat, les aclaridores discussions i la possibilitat d'accedir a una gran quantitat de material fonamental per aquesta recerca. Gràcies a X. Roqué i A. Roca, i molt especialment a L. Navarro Veguillas pel suport, la confiança i els consells que fa anys que em dedica. A J. M. Pozo per discussions fonamentals per a la comprensió dels conceptes matemàtics. Aquest treball es realitza en el marc del Projecte de Recerca BFM 2000-0604 i del Laboratori de Física Matemàtica (SCF, IEC).

Bibliografia

- BOGGIO, T. (1918), «Sulla geometria assoluta degli spazi curvi», *Atti Accad. Sci. Torino*, *LIV*, 186-200.
- BOGGIO, T. (1919), «Geometria assoluta degli spazi curvi», *Atti Accad. Naz. Lincei Rendic. XXVIII*, s. 5, Nota I 58-62, Nota II 166-174.
- BOGGIO, T. (1926), «Sullo scostamento geodetico», s. 6, 4, 255-261.

3. Vegeu Gembillo, Giannetto (a cura de), en Heisenberg, 1999: 33 pel que fa la intraduïbilitat de llenguatges matemàtics en el cas de la mecànica quàntica.

- BOGGIO, T. (1928a), «Omografie e differenziali relativi ad uno spazio curvo», *s. 6, 7*, 811-817.
- BOGGIO, T. (1928b), «L'omografia di Riemann relativa ad uno spazio curvo», *s. 6, 8*, 19-25.
- BOGGIO, T. (1928c), «Identità di Bianchi e omografia di gravitazione», *s. 6, 8*, 126-130.
- BOGGIO, T. (1928d), «Spazi curvi a tre dimensioni ed omografia di Ricci», *s. 6, 8*, 183-187.
- BOGGIO, T. (1929a), «L'omografia di Riemann per le ipersuperfici di uno spazio curvo», *s. 6, 9*, 278-283
- BOGGIO, T. (1929b), «Le ipersuperfici di spazi a curvatura costante», *s. 6, 9*, 460-465.
- BURALI-FORTI, C. (1922a), «Operatori per le iperomografie», *Atti Accad. Sci. Torino, LVII*, 285-292.
- BURALI-FORTI, C. (1922b), «Sugli spazi curvi», *Atti Accad. Naz. Lincei Rendic. XXI, s. 5*; Nota I, 73-76, Nota II, 181-184.
- BURALI-FORTI, C., BOGGIO, T. (1924), *Espaces Courbes. Critique de la Relativité*, Torino, Sten.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1907a), «Per l'unificazione delle notazioni vettoriali», *Rendic. Circ. Mat. Palermo, 23*, 324-328; *24*, 65-80, 318-332.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1907b), «Per l'unificazione delle notazioni vettoriali», *Nuovo Cim. s. 5, 13*, 488-493.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1908a), «Per l'unificazione delle notazioni vettoriali», *Rendic. Circ. Mat. Palermo, 25*, 352-375; *26*, 369-377.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1908b), *Notations rationnelles pour le système vectoriel minimum*, Torì, V. Bona.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1909a), *Omografie vettoriali*, Torì, Petrini.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1909b), *Elementi di calcolo vettoriale*, Bolonya, Zanichelli.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1911), «Notations rationnelles pour le système vectoriel minimum», *Enseign. Math., XIII*, 138-148.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1912-13), *Analyse vectorielle générale, vol. I, II*, Pavia, Mattei.
- BURALI-FORTI, C.; MARCOLONGO, R. (1929), *Trasformazioni lineari*, Bologna, Zanichelli.
- BURGATTI, P.; BOGGIO, T.; BURALI-FORTI, C.; (1930), *Analisi vettoriale generale e applicazioni. Vol. 2*, Bolonya, Zanichelli.
- CATTANI, C. (1996), «Marcolongo e la volgarizzazione della relatività (1906-1924)», *Rivista di storia della scienza, s. II, 4 (2)*, 99-144.
- COUTURAT, L. (1901), *La Logique de Leibniz*. Paris, PUF.
- GIANNETTO, E. A. (1999a), «Le trasformazioni di Lorentz-Poincaré-Marcolongo». Pendent de publicació a: *Atti LXXXV Congr. Naz. SIF*, Pavia.
- GIANNETTO, E. A. (1999b), «La questione del tempo nelle trasformazioni di Lorentz-Poincaré-Marcolongo». Pendent de publicació a: *Atti Congr. Naz. di Storia della Fisica*, Como.
- HEISENBERG, W. (1999), *Lo sfondo filosofico della fisica moderna*, a cura di Gembillo G., Giannetto E. A., Palerm, Sellerio.
- FREGUGLIA, P. (1986), «Cesare Burali-Forti e gli studi sul calcolo geometrico», *La matematica italiana tra le due guerre mondiali*, Bolonya, Pitagora, 173-180.
- LEVI-CIVITA, T.; RICCI, G. (1901), «Méthodes de calcul différentiel absolu et leurs applications», *Math. Ann. Bot., 54*, 127-201.

- MAIOCCHI, R. (1985), *Einstein in Italia. La scienza e la filosofia italiane di fronte alla teoria della Relatività*, Milà, Franco Angeli.
- MAIOCCHI, R. (1986), «Matematici italiani di fronte alla relatività», *La matematica italiana tra le due guerre mondiali*, Bolonya, Pitagora, 247-264.
- MARCOLONGO, R. (1906), «Sugli integrali delle equazioni dell'elettrodinamica», *Atti Accad. Naz. Lincei Rendic.*, s. 5, *XV*, 344-349.
- MARCOLONGO, R. (1912), «Sulle equazioni dell'elettrodinamica», *Rendic. Accad. Sci. Fis. Mat. Napoli*, s. 3, *XVIII*, 118-135, 314-319.
- MARCOLONGO, R. (1913), «Su alcune questioni relative alle trasformazioni di Lorentz in elettrodinamica», *Atti Accad. Naz. Lincei Rendic.*, s. 5, *XXII*, 349-354, 402-408.
- MARCOLONGO, R. (1914), «Les transformations de Lorentz et les équations de l'électrodynamique», *Ann. Fac. Sci. Toulouse*, s. 5, *IV*, 429-468.
- MARCOLONGO, R. (1921), *Relatività*, Messina, Principato.
- NORTON, J. D. (1993), «General covariance and the foundations of general relativity: eight decades of dispute», *Rep. Prog. Phys.*, *56*, 791-858.
- PRATESI, G. (1999), *Il calcolo geometrico di Peano e il calcolo vettoriale assoluto di Burali-Forti e Marcolongo: contributi alla teoria della relatività speciale*, *Tesi di laurea*; relatore: E. A. Giannetto, Univ. degli Studi di Pavia.

LA QUÍMICA EN EL «*REAL SEMINARIO CIENTÍFICO INDUSTRIAL DE VERGARA*» (1850-1860)

Inés Pellón González

ETS de Náutica y Máquinas Navales. Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Palabras clave: *Química, educación científica, España, País Vasco, siglo XIX*

The Chemistry in the «*Real seminario científico industrial de Vergara*» (1850-1860)

Summary: *During the Enlightenment, Bergara, in the middle of the Basque Country, had a glorious scientific history. Soon after, its splendour decayed for about 50 years, restoring progressively its level in the teaching tradition after 1840. Then, the RSCIV was created, and regular courses were given. In this work, the teaching of chemistry in the RSCIV is analyzed.*

Key words: *Chemistry, scientific education, Spain, Basque Country, XIXth century.*

La docencia de la química: antecedentes

Cuando el 15 de septiembre de 1777 el rey Carlos III aprobó la creación en el Seminario de Bergara de dos cátedras, una de «Química y Metalurgia» y otra de «Mineralogía y Ciencias Subterráneas» (Gago, 1978; Pellón/Román, 1999), comenzó una de las etapas más brillantes de la Historia de la Ciencia en el País Vasco, en la que se produjeron varios hitos importantes. Por ceñirnos exclusivamente al ámbito científico, se podría citar el aislamiento de un nuevo metal —el wolframio— por los hermanos Juan José y Fausto de Elhuyar; el logro de malear el platino a partir de sus menas, primero por François Chabaneau y después por Anders Nicolaus Thunborg; la activación de las nuevas técnicas de siderurgia y metalurgia para fomentar la industria del país; los distintos trabajos metalúrgicos de Fausto de Elhuyar, como el informe sobre las minas de cobre de Aralar; los numerosos análisis de aguas realizados en distintas fuentes y manantiales por Louis Proust, quien también efectuó otras investigaciones que aparecen citadas en los *Extractos*; la potenciación de las nuevas prácticas de agricultura y ganadería; el elevado nivel de los estudios matemáticos impartidos por Gerónimo Mas; la activación de los estudios de náutica a través de la entrega de distintos premios, o la investigación médica de todo tipo, entre la que destacó la campaña de inoculación de la viruela.

El inicio de la enseñanza de la Química en el Seminario tuvo lugar el 20 de mayo de 1779, cuando el químico francés Louis Proust inauguró las clases de dicha ciencia en el laboratorio construido para tal fin, en la llamada «casa de Zabala», situada muy cerca del edificio principal (Gago, 1978: 10). Sobre esta deslumbrante etapa de la vida del centro se han reali-

zados numerosos estudios, aunque la mayoría de ellos se detienen en el comienzo del siglo XIX. Los relacionados con temas científicos publicados con anterioridad a 1994 están recopilados en Gago/Pellón (1994), y también se pueden consultar los trabajos posteriores a esta fecha de Llombart (1997), Palacios (1996), Pellón / Llombart (1998), Pellón/Román (1999) o Román (1996).

Al comenzar la guerra contra la Convención francesa en 1794, los profesores, alumnos y demás personal del Seminario abandonaron la villa, y las actividades allí realizadas cesaron de forma inmediata. Hasta hace poco tiempo se creía que las tropas francesas habían saqueado el centro y habían destrozado, entre otras cosas, los efectos del laboratorio, pero estudios recientes demuestran que dicha destrucción no tuvo lugar. Todos los utensilios del laboratorio de la «Casa de Zabala» sobrevivieron al conflicto bélico, y fueron trasladados al edificio principal en 1800 (Gago/Pellón, 1994: 94-99).

Aunque el centro nunca recuperó su pasado esplendor, la Química volvió a impartirse en él en los primeros años del siglo XIX, si bien el patrocinador de las enseñanzas no fue la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, sino el Estado, por la Real Orden de 23 de julio de 1804 («Impreso dirigido al Congreso solicitando la misma dotación la ampliación de su enseñanza a Universidad de segunda clase. Vergara, 14 de febrero de 1822». A.R.S., C/095-01 a 20 y C/093-05).

A partir de 1822 el Seminario obtuvo la categoría de «Universidad de Provincia para la 2ª Enseñanza», y se tenía intención de contratar a tres profesores diferentes para impartir las clases de *Física*, *Química* y *Mineralogía* (*Distribución que debe darse por ahora a los fondos que resulten aplicables a la Universidad* [de Bergara]. Madrid, 29 de octubre de 1822 / Vergara, 12 de diciembre de 1822. A.R.S., *ibid.*). Concretamente, la docencia de la Química se volvió a iniciar el 4 de enero de 1823, cuando Domingo Sagarra inició un curso de esta ciencia, en el que estaban matriculados «varios propietarios ricos de esta Villa y de alguna otra inmediata...» (Borrador de carta dirigida a los «Ilustrísimos Señores Directores Generales de Estudios del Reyno» (4 de enero de 1823). A.R.S., C/085-01 a 13).

Las enseñanzas volvieron a paralizarse durante la primera guerra carlista (1833-40), porque cuando las tropas del pretendiente Carlos conquistaron Bergara, convirtieron al Seminario en hospital militar (Alonso Viguera, 1961: 84-5; Gil de Zárate, 1995, vol. II: 130-133), y los bienes, derechos y efectos del centro se concedieron a la Compañía de Jesús. Como el edificio se empleaba como dispensario, la enseñanza se estableció en el colegio que los jesuitas tenían en Loiola, por una R.O. dada en Durango por el pretendiente Carlos el 9/11/1836 (A.H.L., I-4-3-Tomo IV).

Al finalizar la guerra, el Ayuntamiento bergarés volvió a establecer las enseñanzas en el Seminario, recuperó parte de los objetos trasladados (Caballer/Garáizár/Pellón, 1997), y obtuvo la dotación económica necesaria para que fuera declarado «Instituto de primera clase». Sin embargo, resultó imprescindible conseguir de nuevo la mayoría del material docente, porque: «...apenas quedaron sino contados restos de su antiguo material de enseñanza y de los libros de su biblioteca. Ha sido menester pues crear todo después de la terminación de la primera guerra civil, desde el año 1840» (*Informe presentado por el director* [Carlos Uriarte] *del Instituto Provincial guipuzcoano al Excmo. Sr. Director General de Instrucción Pública*. San Sebastián, 31 de octubre de 1879. A.M.B., B-10-I, C/124-02).

Pero a pesar de todas estas dificultades, la inquietud de la sociedad vascongada por el cultivo de las ciencias y las técnicas en Bergara no decreció, y en 1848, un grupo de políti-

cos vascos plantearon al Gobierno la impartición de dichas enseñanzas en el edificio del Seminario que, en ese momento, cobijaba al Instituto de Segunda Enseñanza.

En los proyectos realizados en dicha fecha para fundar una «Escuela Científica e Industrial», se especificaba cuál era el presupuesto necesario para iniciar la enseñanza de la Química, aunque la primera realidad en nacer, paralela a la Segunda Enseñanza que ya existía en el centro, fue la «Escuela Especial de Matemáticas», creada por Real Orden de 30 de agosto de 1848 (A.M.B., C/125). Destinada a preparar a los alumnos para el ingreso en diferentes carreras civiles y militares, contemplaba la enseñanza de *Física y Química* para los aspirantes a la escuela de Ingenieros de Montes, durante 3 horas a la semana (Caballer/Garáizar/Pellón, 1997).

La química en la escuela industrial de Bergara

La Escuela Industrial no inició su andadura hasta que en 1850 se creó en Bergara una de las tres «Escuelas de Ampliación» que existieron en el Estado (R.D. de 4/9/1850). El conjunto de todas las enseñanzas (Instrucción Primaria, Instituto de 2ª Enseñanza, Escuela Especial de Matemáticas, Escuela de Comercio, Escuela Industrial y Enseñanzas Diversas) se denominó «Real Seminario Científico Industrial de Vergara».

El curso comenzó en la Escuela Industrial por Real Decreto de 24 de marzo de 1851 (Caballer/Garáizar/Pellón, 1997), y en 1852, el profesor de *Física y Química* del Instituto de 2ª Enseñanza, José Alfageme, también trabajaba como profesor interino de *Principios de Física* de la Escuela Industrial (*Personal del Real Seminario Científico-Industrial de Vergara. Dirección y administración*. Vergara, 20 de septiembre de 1852. A.C.M.E.C., legajo 6.541). El 1 de marzo de 1854, Lucas Echeverría fue contratado como «Ayudante» de *Química* de dicha Escuela, y el 5 de julio de 1854, los *Elementos de Química* y la *Química aplicada a las Artes* se impartieron por Telesforo Monge, quien no tomó posesión de su plaza hasta el 23 de septiembre de ese año (*Seminario de Vergara: Reales órdenes (1851-1868)*. A.I.B.U., Sección I, Apdo. A, legajo 5).

Los contenidos de las asignaturas de Química

Se puede observar que el número de las asignaturas relacionadas con la Química citadas era menor que el que contemplaba la legislación sobre las Escuelas Industriales (Lusa, 1994), porque las enseñanzas en Bergara se establecieron de forma progresiva: en septiembre de 1851 comenzó el primer curso elemental; el segundo en 1852, y los tres de ampliación, en 1853, 1854 y 1855 consecutivamente (*Copia para la Gaceta* (Madrid, 24 de marzo de 1851) A.C.M.E.C., legajo 6.541).

El Reglamento que aseguró la puesta en marcha de las Escuelas Industriales se hizo efectivo con el Real Decreto de 27/5/1855, y especificaba los contenidos de alguna de las asignaturas que deberían impartirse, como los de los *Elementos de Química* de las Escuelas Elementales (Alonso Viguera, 1961: 243): «afinidad y cohesión; combinaciones; nomenclatura; indicación y uso de los principales metaloides, metales, aleaciones, ácidos, bases y sales; idea de los elementos y combinaciones de la Química orgánica»

El programa que se impartió en Bergara en el curso 1853-4 constaba de 59 lecciones, 58 de las cuales eran de Química inorgánica, y la última de orgánica. Fue detallado por José Alfageme (Alfageme, 1854).

Medios humanos: los profesores

Según el Real Decreto de 5 de septiembre de 1850, los profesores podían ser «Profesores Especiales», pertenecientes a la carrera industrial, exclusivamente dedicados a la Escuela; «Profesores auxiliares», pertenecientes a otras carreras diferentes a la Industrial, se hallan «encargados de alguna enseñanza mediante una gratificación», y «Ayudantes». Para la enseñanza elemental bastaban los catedráticos de Instituto (*Gaceta de Madrid* del 8 de septiembre de 1850: 1-3: Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas: Creación de Escuelas Industriales).

La contratación de los profesores de la Escuela Industrial se realizó de forma gradual, según se fueron implantando las enseñanzas; la biografía de cada uno de ellos se podrá consultar en Caballer/Llombart/Pellón (2001). En septiembre de 1851 comenzó el primer curso de la enseñanza elemental; el segundo en 1852, y los tres de ampliación, de forma consecutiva en los años 1853, 1854 y 1855 (Madrid, 24 de marzo de 1851: *Copia para la Gaceta*, A.C.M.E.C., legajo 6541). En 1852, el Seminario estaba estructurado del modo que se indica a continuación (*Personal del Real Seminario Científico-Industrial de Vergara. Dirección y administración*. Vergara, 20 de septiembre de 1852. A.C.M.E.C., *ibid*):

1.º DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Director: Brigadier José Ramón Mackenna (Tte. coronel); Secretario Contador: Gracián M^a de Urteaga; Ecónomo Administrador: Ángel Gómez de Segura (presbítero).

2.º INSTITUTO [DE 2ª ENSEÑANZA]

JUNTA INSPECTORA: Presidente: el Gobernador de Guipúzcoa; Vice-presidente: Francisco Mateo de Azcárate (presbítero); Vocales: Baltasar Vicente de Urdangarín (licenciado); Celestino de Azcárate (coronel retirado); José Julián de Achótegui (presbítero).

CONSEJO DE DISCIPLINA: Presidente: el Director; Vocales: el Juez de primera instancia del partido de Bergara; los padres de familia Conde de Villafranca de Gaytan, y Manuel de Berroeta; los catedráticos José Alfageme y Germán Losada.

CATEDRÁTICOS: Pablo de Ansóategui, sub-director del Instituto y catedrático de *Religión y Moral*; Francisco Teodoro Mosquera, de *Psicología y Lógica*; José Alfageme, de *Física y Química*; Felipe de Ciórraga, de *Latín y Castellano* y de *Retórica y Poética*; Juan Machiandiarrena, y Leonardo García Núñez, de *Latín y Castellano*; Baldomero Menéndez, de *Geografía e Historia*; Carlos Uriarte, y José M^a Viana, de *Matemáticas*; Fernando Mieg, de *Historia Natural*.

3.º ESCUELA INDUSTRIAL [CATEDRÁTICOS]

Germán Losada, sub-director interino y profesor especial de *Geometría descriptiva y de sus aplicaciones*; Casimiro Nieto, profesor especial de *Geometría analítica de cálculos*, y de *Mecánica Racional*; José Alfageme, profesor interino de *Principios de Física*; Antonio Márquez, ayudante de *Delineación y Modelado*; Carlos Uriarte, profesor auxiliar del segundo

año elemental; José M^a Viana, id. del primer año elemental; Alejandro Saint Aubin, id. del curso preparatorio. Eran en total 4 catedráticos diferentes a los del Instituto (Losada, Nieto, Márquez y Saint Aubin), y 3 pertenecientes a éste (Alfageme, Uriarte y Viana).

Quedaban vacantes las cátedras de *Mecánica Industrial*, *Elementos de Química*, *Química aplicada a las Artes* [se cubrirían en 1854 con Telesforo Monge]; *Delineación y Modelado*; y la plaza de profesor ayudante de la *Ampliación del Algebra y Geometría*.

4.º ESCUELA DE COMERCIO

Contaba con tres catedráticos, que también lo eran de asignaturas del Instituto o de la Escuela Industrial: Francisco Teodoro Mosquera, Baldomero Menéndez, y Felipe Ciórraga.

5.º COLEGIO [DE 1ª ENSEÑANZA]

El maestro principal era Ansóategui, y constaba con 15 profesores diferentes a los ya citados: Angel Gómez de Segura, Luis Astigarraga, Pedro Parodi, Ignacio Eleizalde, José Reparaz, Matías González, José Boussingault, Juan Bautista Alegría, Luis Rodríguez, Cipriano Mago, Joaquín Nandín, Ambrosio Gordo, Clemente Cantón Salazar, Salustiano Cantón Salazar y José de Mallol.

Medios materiales: los libros

La biblioteca general del Seminario comenzó a ampliarse en 1846, y en 1852 contenía casi 1.000 volúmenes, pertenecientes a los fondos de las diversas enseñanzas que existían en el centro (Caballer/Garáizar/Pellón, 1997).

Por otro lado, la biblioteca específica de la Escuela Industrial se enriqueció a lo largo de los años al adquirir, desde 1852 hasta 1857, 589 volúmenes nuevos de diferentes materias. No se compraron libros de Química para dicha Escuela hasta 1855, quizás porque el catedrático de Química (Monge) no se incorporó hasta el 23 de septiembre de 1854. A partir de este momento, los textos de Química adquiridos fueron:

Año de Compra	Nº Vols	Título	Precio
1855	8	Regnault = <i>Curso de Química</i> traducido; 2 ejemplares cada uno 4 tomos	regalo del Gobierno
	2	Payen = <i>Curso de Química elemental e industrial</i> explicada en 1832 y 1833	„,60
	1	Payen = <i>Curso de Química aplicada</i> 1847 Atlas	.146
1856	2	Payen = <i>Química industrial</i> 3ª ed. 1855 con láminas	„,68
	2	Berthier = <i>Ensayos por la vía seca</i> 1848	.132
	11	Gerhardt = <i>Química Orgánica</i> entregas de 1ª a la 11ª	.132
	1	<i>Manual del fabricante de productos químicos</i>	„,57
	2	Faraday = <i>Tratado de manipulaciones químicas</i>	„,60
	1	Cahours = <i>Tratado de Química General</i>	„,60
	3	Vallejo = <i>Tratado de las aguas</i>	.120
1857	1	<i>Descripción de las minas de Zamora</i> por Escosura Comprados a la Testamentaría de D. Alejandro Saint-Aubin:	„,16
	1	<i>Problemas de Física y Química</i> , de Juan Mieg	4."

1 *Tratado de Química elemental aplicada a las artes*, por Desmarests 10."

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de A.I.B.U., Sección I, Apdo. D, libro 3: *Libro de Inventario de la Escuela Industrial de Vergara: Relación de los libros adquiridos por cuenta de la Escuela Industrial* (1852-diciembre 1858), reproducidos según el original.

Tabla 1: Libros de Química adquiridos para la E.I.B. (1852-12/1858)

La mayoría de estos libros eran de Química práctica (9 títulos de 13, que forman el 69%), como correspondía al tipo de enseñanzas que se impartían en la Escuela. Estos volúmenes, como era habitual en la época, se describen de forma incompleta, y constituyen el 6,79% del total (Para más información sobre los textos de Química de esta época, consultar Bertomeu Sánchez / García Belmar, 2000: 285-294).

En los 13 autores de Química predominan claramente los franceses, exactamente igual que ocurría en la Escuela Industrial sevillana (Cano Pavón, 1996: 43). Es interesante observar que la mayoría de los libros son de Química práctica (9 autores de 13, que forman el 69%), entre los que destacan los españoles Luis de la Escosura y Morrogh (1821-1904), José Mariano Vallejo (1779-1846) y Juan Mieg (¿-1859). Además de los textos comprados para la Escuela Industrial, estos autores publicaron varias obras, que han sido recopiladas y comentadas en Caballer/Llombart/Pellón (2001).

Sorprende observar que el profesor de Historia Natural del Instituto de Segunda Enseñanza del Seminario en 1852 se llamaba Fernando Mieg (Personal del Real Seminario Científico-Industrial de Vergara. Dirección y administración». Vergara, 20 de septiembre de 1852. A.C.M.E.C., *ibid*), y cabe la duda razonable de que fuera hijo de Juan. De él (Fernando Mieg y Euxlhen) se sabe que nació en Madrid en 1823 y murió en 1906. Después de ser catedrático en el Seminario, lo fue en el Instituto de Bilbao, hasta que enfermó por trastorno mental. Corresponsal de la Real Academia de Ciencias de Madrid, se especializó en apicultura, implantando en Vizcaya los entonces novísimos métodos de cría. Construyó y repartió más de 70 colmenas con un innovador sistema de cuadros y panales móviles, constituyendo el apiario modelo de Leioa (Vizcaya).

Entre los textos extranjeros comprados para la Escuela Industrial se ha identificado a un científico inglés, Michael Faraday (1791-1867), y a seis franceses Pierre Berthier (1782-1861), August André Thomas Cahours (1813-1891), Desmarests (?-?), Charles Frédéric Gerhardt (1816-1856), Anselme Payen (1795-1871) y Henri Victor Regnault (1810-1878) (Ihde, 1984: 212; Partington, vol. IV, 1964: 97, 99-139, 396, 405-24, 429). Este predominio francés es similar al que existió en la Escuela Industrial sevillana (Cano Pavón, 1996: 43).

Medios materiales: el laboratorio de Química

Dentro de los medios materiales previstos para las Escuelas Industriales se contemplaba la existencia de un laboratorio de Química, «en que puedan manipular a la vez profesores y alumnos» (Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas: Creación de Escuelas Industriales. Real Decreto de 5 de septiembre de 1850, publicado en la *Gaceta de Madrid* del 8 de septiembre de 1850: 1-3). El inventario del laboratorio de la E.I.B. (1852-1858) ha sido

publicado íntegro por Caballer/Garáizar/Pellón (1997). Tal y como indica el título de este documento, la primera relación la elaboró el 1º de noviembre de 1854 el «Ayudante de Química», que era Lucas Echeverría, quien trabajaba con este cargo en el centro desde el 1º de marzo de ese año (1854). Como el catedrático de Química (Monge) se incorporó el 23 de septiembre de 1854, José Alfageme sólo desempeñó la plaza de profesor interino de Química en la E.I.B. un año, desde el 19 de agosto 1853 hasta el 23 de septiembre de 1854. En dicho inventario se detalla un total de 841 elementos de vidrio y loza, como probetas, tubos de ensayo, pipetas, retortas, matraces, alargaderas, frascos, embudos, damajuanas, retortas, crisoles, tubos, soportes, tarros, morteros, cápsulas y aludeles. También aparecen 67 aparatos e instrumentos metálicos (un mortero de fundición de hierro y otro de Abich, una cuchara de proyección, peroles de hierro y de cobre, una estufa de cobre de Gay-Lussac, crisoles de plata y de platino, baños María, 2 alambiques, «uno antiguo y otro en mediano servicio», eudiómetros, balanzas, gasómetros, cubas hidro —e hidrógiro— neumáticas, bomba de cobre para el análisis de sustancias orgánicas, hornillos, etc.), así como una gran cantidad de productos químicos: metales y metaloides en estado natural, óxidos metálicos, sulfuros, cloruros, cromatos, acetatos, oxalatos, tartratos, y ácidos orgánicos e inorgánicos. La última hoja del documento es la relación de los géneros que se trajeron de Bilbao el 24 de octubre de 1857, y que constaba de 6 hornillos portátiles, 24 campanas y frascos de cristal, varias cantidades de productos químicos (carbonatos, sulfatos y ácido nítrico), 6 trébedes triangulares y uno redondo. No se sabe si este laboratorio se organizó especialmente para la E.I.B., o si, por el contrario, es el que ya existía para los alumnos del Instituto de 2ª Enseñanza. Sin embargo, todo el material reflejado apunta hacia la práctica de una Química superior a la impartida en los *Elementos de Física y Nociones de Química*, asignatura correspondiente a dichos estudios. Si se compara esta relación con la descrita por Cano Pavón (1996: 42) para la Escuela Industrial sevillana, gemela a la de Bergara, se puede observar que ambos laboratorios eran muy parecidos y estaban muy bien provistos.

A modo de conclusión: el triste final de una hermosa historia

Después de todo lo descrito se puede afirmar que, en 1859, el laboratorio de Química y la biblioteca del «Seminario científico-industrial de Vergara» estaban espléndidamente dotados tanto en medios materiales como en recursos humanos. Esta rica dotación auguraba un futuro prometedor para las enseñanzas industriales en Bergara, pero, debido a problemas económicos, la enseñanza industrial del Seminario se suprimió por Real Orden de 1 de octubre de 1860. En el centro sólo permaneció el Instituto de Segunda Enseñanza, hasta que, durante la tercera guerra civil (1872-76), los carlistas volvieron a incautarse del establecimiento (31 de octubre de 1873) (A.M.B., B-10-I, C/124-02: *Informe presentado por el director [Carlos Uriarte] del Instituto Provincial guipuzcoano al Excmo. Sr. Director General de Instrucción Pública. San Sebastián, 31 de octubre de 1879*). El Instituto Provincial de Guipúzcoa se trasladó a San Sebastián por Real Orden de 28 de noviembre de 1873, pero los efectos del laboratorio de Química permanecieron en el Seminario en un estado de total abandono, como indicaba un Inspector de Sanidad en un informe de 1875 (A.M.B., F-I-1, C/126: Carta dirigida al Ayuntamiento de Vergara por José Luis [ilegible], miembro de la «Comisión Provincial de Hospitales y Salubridad Pública de Guipúzcoa» (Azcoitia, 24 de marzo de 1875)):

«... he tenido ocasión de ver el Gabinete y el Laboratorio de Química del Real Seminario de esa villa y con verdadero dolor, como hijo que soy de ese pueblo, tengo que consignar la observación de que se encuentra en un estado de completo abandono el rico material científico que allí existe. Los objetos todos de que está adoptado dicho laboratorio se hallan en el mayor desorden y muchos de ellos maltratados y las sustancias químicas, algunas de ellas de inapreciable valor, en frascos cuyos rótulos han desaparecido o están próximos a desaparecer».

El Instituto guipuzcoano quedó separado del Seminario definitivamente a partir de 1873, y en 1880 se hicieron cargo del centro los Padres Dominicos quienes, en 1893, instalaron en el «Gabinete-Laboratorio de Química», una máquina de vapor (Solicitud realizada el 22 de diciembre de 1892 por Rafael Menéndez, director de la revista mensual *El Santísimo Rosario*; el Ayuntamiento de Bergara concedió el permiso para instalar la citada imprenta en el laboratorio de química, el 3 de enero de 1893. A.M.B., F-I-1, C/126) «...que se aplicará á mover las máquinas tipográficas de nuestra imprenta particular y a otros usos domésticos», y que también utilizaría la chimenea que existe en el Laboratorio para extraer los humos producidos.

Bibliografía

Fuentes manuscritas

ALFAGEME, J. (1854), «Programa de las lecciones de elementos de Química general en el curso de 1853 a 1854 del 2º año de ampliación industrial. Vergara, 14 de junio de 1854». Manuscrito. A.I.B.U., Sección I, Apdo. D, leg. 15.

Documentos depositados en los archivos:

Archivo Central del Ministerio de Educación y Ciencia (A.C.M.E.C.). (Alcalá de Henares)

Archivo del Instituto de Bachillerato Usandizaga (A.I.B.U.) (San Sebastián)

Archivo del Real Seminario de Bergara (A.R.S.) (Bergara)

Archivo Histórico de Loiola (A.H.L.) (Loiola)

Archivo Municipal de Bergara (A.M.B.) (Bergara)

Fuentes Impresas

Gaceta de Madrid

REAL SEMINARIO CIENTÍFICO E INDUSTRIAL DE VERGARA (1852), *Programa de su Colegio y Enseñanzas Académicas y Especiales*. Bilbao, por Juan E. Delmas hijo. Imp. y Lit. de la Diputación del Señorío de Vizcaya.

Bibliografía Crítica

- ALONSO VIGUERA, J. M. (1961), *La ingeniería industrial española en el siglo XIX*. 2.^a ed. Madrid, Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R. / GARCÍA BELMAR, A. (2000), «Los libros de enseñanza de la Química en España (1788-1845): La aparición de un género de literatura científica». En BATLLÓ RODRÍGUEZ, J. et al (coords.), *V Trobades d'Història de la Ciència y de la Tècnica*. Barcelona, SCHCIT, 285-294.
- CABALLER, M^a C. / GARÁIZAR, I. / PELLÓN, I. (1997), «Los estudios científicos en el 'Real Seminario Científico-Industrial de Vergara' (1850-1860)». *Llull*, n^o 20, vol. 38, 1997, 85-116.
- CABALLER, M^a C. / LLOMBART, J. / PELLÓN, I. (2001), *La Escuela Industrial de Vergara*. San Sebastián, Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Guipúzcoa, en prensa.
- CANO PAVÓN, J.M. (1996), «Enseñanza de la ingeniería industrial en España (1850-1868)». *Llull*, 19, 1996, 27-49.
- GAGO BOHÓRQUEZ, R. (1978), «Bicentenario de la fundación de la Cátedra de Química de Vergara. El proceso de constitución». *Llull*, 2, 1978, 5-18.
- GAGO BOHÓRQUEZ, R. / PELLÓN GONZÁLEZ, I. (1994), *Historia de las Cátedras de Química y Mineralogía de Bergara a finales del siglo XVIII*. Bergara, Ayuntamiento de Bergara.
- GIL DE ZARÁTE, A. (1995), *De la Instrucción Pública en España*. Oviedo, Pentalfa ediciones. Reimpresión de la obra de 1855. 3 vols.
- IHDE, A. J. (1984), *The development of modern chemistry*. New York, Dover Publications, inc.
- LLOMBART, J. (1997), «Presencias científico-técnicas extranjeras en los Extractos (1771-1793) del la RSBAP». En BREPOLS (ed.), *Scientific institutions-learned societies. Proceedings of the Section 15, Xxth. International Congress of History of Science*. En prensa.
- LUSA MONFORTE, G. (1994), «Industrialización y educación: los ingenieros industriales (Barcelona, 1851-1880)». En ENRICH, R. et al (coords.), *Tècnica y societat en el món contemporani*. Sabadell, Museu d'Història de Sabadell, 61-78.
- NIETO-GALÁN, A. (2000), «Una cronología per a la Història de la Química». En BATLLÓ RODRÍGUEZ, J. et al (coords.), *V Trobades d'Història de la Ciència y de la Tècnica*. Barcelona, SCHCIT, 83-86.
- PALACIOS REMONDO, J. (1996), *Epistolario (1777-1821)*. Juan José y Fausto Delhuyar. Logroño, Conserjería de Cultura, Deportes y Juventud.
- PARTINGTON, J. R. (1961-70), *A History of Chemistry*. London, Macmillan & Co. Ltd. 4 vols.: Vol. I, 1970; Vol II, 1961; Vol. III, 1962; Vol. IV, 1964.
- PELLÓN GONZÁLEZ, I. / LLOMBART PALET, J. (1998), «La formación científica recibida en el Real Seminario Bascongado por los estudiantes riojanos». En Luis Español (ed.), *Actas del III simposio Julio Rey Pastor (1996)*. Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1998, 343-368.
- PELLÓN GONZÁLEZ, I. / ROMÁN POLO, R. (1999), *La Bascongada y el Ministerio de Marina. Espionaje, ciencia y tecnología en Bergara (1777-1783)*. Bilbao, Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País.
- PORTELA MARCO, E. / SOLER LEAL, A. (1987), *Bibliographia Chemica Hispanica, 1482-1950*. Vol. II: Libros y Folletos, 1801-1900.

ROMÁN POLO, P. (1996), «Los elementos químicos, su descubrimiento y la Bascongada». *Nuevos Extractos de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País, suplemento n° 4-B*, 1996, 11-49.

COM REFIAR-SE D'UNA BRÚIXOLA: INSTRUMENTS CIENTÍFICS I CONSENS SOCIAL

Antoni Roca Rosell

Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica. ETS Enginyeria Industrial de Barcelona, UPC.

Paraules clau: *brúixola, magnetisme terrestre, instrument científic, navegació, estudis socials de la ciència*

How to be Confident with a Magnetic Compass: Scientific Instruments and Social Consensus

Summary: The magnetic compass is an instrument for orientation discovered 2000 years ago in China. Nevertheless, it presents a number of irregularities owing to the complexity of Earth magnetism. Rather than abandon it, technicians and scientists endeavoured to search for procedures to avoid these irregularities. The author discusses some of the characteristics of the limitations of the compass, and suggests that social consensus could have been the main factor in maintaining the compass as a precision instrument of orientation.

Key words: magnetic compass, terrestrial magnetism, scientific instrument, navigation, social studies on science.

Un instrument científic és un enginy o artefacte per obtenir una informació quantitativa de precisió en relació amb algun fenomen de la naturalesa. A partir de la introducció del floriment de l'esperit «quantificador» en la ciència del segle XVIII,¹ que ja caracteritzà la revolució científica, el mateix fet de mesurar —emprant un instrument de mesura— ha arribat a ser l'element central de l'activitat científica i tecnològica. En aquest context, una teoria científica o un nou giny tecnològic no poden considerar-se vàlids si no tenen un suport suficient de dades de la precisió necessària.²

S'ha de ser conscient, però, que la «seguretat» o fiabilitat en la mesura no és absoluta, sinó que està històricament determinada. De quina manera la història posa condicions a la validesa de l'ús d'un instrument científic? Respondre aquesta pregunta no és simple; probablement, haurem de buscar respostes adequades a cada instrument en particular. Al mateix

1. Vegeu el conjunt d'estudis continguts en el volum: Frängsmyr *et al.* (1990).

2 Thomas S. Khun desenvolupà les idees relacionades amb teoria, experiment i mesura en el cas de la física en el seu treball clàssic, Kuhn (1982).

temps, però, s'haurien d'anar trobant elements comuns a tots els instruments, tant per trobar un ajut a les noves investigacions com per tenir una visió més rigorosa dels instruments i del seu paper en la ciència i la tecnologia.

La brúixola (anomenada també *compàs magnètic*) és un instrument científic força simple que és emprat per a la orientació, tant en terra com al mar. Consisteix en una agulla magnètica o enginy similar mòbil que s'orienta, segons els nostres coneixements actuals, d'acord amb el camp magnètic terrestre. L'origen de la brúixola és, en certa manera, confús, però ha de situar-se a la Xina, on sabem que es coneixia la propietat de la magnetita d'orientar-se des d'almenys el segle I de la nostra era.³

La seva utilització per a la orientació, però, fou posterior i sembla que tingué lloc primerament en viatges terrestres i, després, a la navegació (a la Xina, almenys des del segle X). En realitat, la brúixola fou un dels primers auxiliars instrumentals de la navegació, junt amb alguns instruments d'observació astronòmica adaptats als vaixells (Albuquerque, 1988). Les notícies documentals de la seva transmissió a Europa són escasses, però és raonable suposar, com ho fa Joan Vernet (1979; 1978: 238-239) a partir de notícies indirectes, que foren els navegants àrabs que la realitzaren. Tanmateix, l'avantatge de conèixer la brúixola probablement aconsellà mantenir el secret de la seva existència per un període força llarg. Les notícies documentals deuen correspondre a l'època en què ja era un recurs prou conegut i que no valia la pena amagar.

L'objectiu d'aquest treball no és la història de la brúixola,⁴ sinó alguns aspectes de la història de la percepció social de la brúixola.

1. Qui desconfia de la brúixola com a instrument vàlid per orientar-se?

Estic convençut que cap (o gairebé cap) dels lectors d'aquest text gosarà pensar que la brúixola no és un instrument científic fiable. Gairebé ningú no considera que no sigui un mitjà d'orientació vàlid, tot i reconèixer que presenta «petites» desviacions. En particular, se sol saber que l'agulla magnètica no apunta el nord geogràfic, sinó un altre nord, el magnètic. L'angle entre les dues direccions s'anomena, generalment, *declinació magnètica*, que en el món nàutic també s'anomena «variació» magnètica. Tanmateix, aquesta no és l'única desviació que presenta la brúixola, tal com expliquem més avall. Malgrat tot, però, la brúixola desperta confiança. Fins i tot, podríem dir que se n'hi té molta.⁵

Una primera explicació a aquest fet és que ens trobem davant d'un enginy que revela *sense intermediaris* un fenomen físic molt notable —el magnetisme i, en particular, l'acció magnètica de la Terra. Per exemple, en les seves notes autobiogràfiques, Einstein (1986: 14-

3. Un resum de la història de la brúixola a Xina es troba a: Ronan (1986). També: Needham (1977).

4. En castellà, existeix un estudi força rigorós sobre història de la brúixola: Martínez-Hidalgo Terán (1946).

5. Vegeu, per exemple, els llibres destinats als excursionistes, on la fiabilitat de la brúixola no és qüestionada. En els manuals de navegació tampoc hi és qüestionada, però es donen indicacions per «corregir» les anomalies.

15) explicà que creia que la seva vocació científica es despertà quan, essent un infant de 4 o 5 anys, el seu pare li ensenyà una brúixola.

Tot i que s'aplica en molts altres camps, la brúixola ha estat molt estudiada en el món de la nàutica, ja que ha estat, durant segles, el principal mitjà d'orientació per a la navegació. En dies núvols, que no permeten l'observació del firmament o de la costa, esdevingué l'únic recurs per mantenir un rumb. La resposta a la pregunta que encapçala aquest apartat seria, doncs, que ningú no desconfia de la brúixola.

2. Tanmateix, hi hauria raons per descartar l'ús de la brúixola

Aquesta afirmació és una mica massa radical, però potser no ho és tant com sembla. Fem la llista d'irregularitats que presenta la brúixola:

- a) Com hem dit, no assenyalava el nord geogràfic, sinó el nord magnètic. Ambdues direccions formen un angle que s'anomena declinació magnètica.
- b) La declinació magnètica *no és uniforme* sobre la superfície terrestre. Presenta una *variació* de la declinació. Té valors diferents d'un lloc a un altre. Pot valer 0° (quan el meridià terrestre i magnètic coincideixen); a l'àrea mediterrània pot valer fins a 10° o 25°, però, és clar, arriba fins a 180° en un pol magnètic.
- c) La declinació magnètica, en un lloc determinat, també varia en el temps. Se'n diu *variació secular*, que pot arribar a algun grau per any (davant de la costa d'Alacant actualment és de 7' per any, és a dir, arriba a 1° al cap de 9 anys).
- d) La indicació de la brúixola pot ser *pertorbada fortament* per factors externs: la proximitat d'objectes de metall (ferro o acer) (per exemple, els pertanyents a l'estructura o als elements de construcció del vaixell), pertorbacions atmosfèriques, tempestes solars, etc.
- e) La brúixola, finalment, presenta una altra desviació, la *inclinació*, manifestada en la separació de l'agulla de la horitzontal. Com la declinació, també està sotmesa a diverses variacions, segons el lloc i el temps. La inclinació no suposa un problema tan greu per a la orientació.

Val a dir que aquestes irregularitats no afecten generalment els petits recorreguts, però, en canvi, poden afectar de manera important els trasllats grans, tant per terra com per mar.

3. Aquestes irregularitats han estat conegudes al llarg de la història i, és clar, les coneixen els navegants actuals

Fem un repàs dels punts anteriors:

- a) Els xinesos, que van descobrir la propietat de la magnetita d'orientar-se, també descobriren la declinació magnètica.
- b) L'observació de Cristòfor Colom, en passar prop de les Açores, del canvi d'orien-

tació de l'agulla, ha donat peu a què alguns el consideressin com el «descobridor» de la variació de la declinació.⁶ De fet, a la Xina ja s'havia posat de manifest.

- c) El coneixement de la variació secular va ser resultat d'un procés acurat de mesures que es portà a terme a Londres entre el 1580 i el 1634. Gillebrand ho posà de manifest i es veié «forçat» a assenyalar una anomalia en la gran síntesi sobre el magnetisme publicada també a Londres per William Gilbert el 1600 (Pumfrey, 1989).
- d) Els mariners van descobrir empíricament l'efecte dels objectes metàl·lics sobre la brúixola. Quan es començaren a construir vaixells metàl·lics, a la segona meitat del segle XIX, hom aconseguí salvar aquest obstacle, tal com ho resumim en l'apartat següent.

4. Quines solucions s'adoptaren per afrontar el problema de la brúixola?

Davant de les irregularitats de la brúixola per ser utilitzada per a orientar-se, anaren sorgint «solucions» o, més aviat, procediments, que foren considerats com a solució, els quals salvaven aquestes limitacions.

- a) La variació de la declinació segons el lloc suggerí la possibilitat que hi hagués una relació entre aquesta i la longitud geogràfica.⁷ Des del segle XVI sorgiren diversos models o ginys per calcular la longitud mitjançant la determinació de la variació de la declinació. Aquesta pretensió encara estava més o menys vigent a principis del segle XIX (Roca Rosell, 1999). No hi ha dubte que l'associació entre variació de la declinació i càlcul de la longitud fou un estímul per multiplicar les mesures de precisió de la declinació en diferents indrets del món, mesures que constituïren aviat importants sèries de dades. Les esperances dipositades en confirmar la regularitat de la variació de la declinació amb la longitud s'esvaïren.
- b) Una sortida pràctica fou proposada per un gran científic, Edmund Halley, després d'unes expedicions d'exploració marítima per l'Atlàntic, que inclogueren noves mesures magnètiques. Halley representà en un *mapa*, el 1700, les línies d'igual declinació, les isogones (Chapman, 1943; Cook, 1998). Amb aquest mapa naixia una nova cartografia magnètica útil als navegants. En un determinat lloc, el coneixement de la declinació donava una aproximació de la posició; coneixent la posició (per mitjans astronòmics i amb el cronòmetre, per exemple), era possible conèixer la declinació magnètica.
Els departaments nàutics de la Gran Bretanya i d'altres països del món (com els emergents Estats Units) generaren aviat mapes magnètics per ajudar la navega-

6. Una visió actualitzada del personatge de Cristòfor Colom es pot trobar en múltiples entrades de Bedini (ed.) (1992).

7. La determinació de la longitud fou un repte molt important de la navegació, ja que els instruments astronòmics habituals no podien ser utilitzats en un vaixell. Vegeu el treball de Francesc X. Barca en aquest mateix volum.

ció. La variació secular de la declinació obliga a què aquests mapes s'hagin d'actualitzar en períodes breus de temps (cada 10 anys aproximadament).

- c) A principi del segle XIX, Alexander von Humboldt, un ferm impulsor de la ciència baconiana, promogué la primera xarxa de mesuraments sistemàtics, al mateix temps que recollia el màxim nombre possible de dades històriques⁸ (el desenvolupament de la física, amb els treballs de Coulomb, principalment, feia possible la mesura de precisió de diverses magnituds magnètiques, inclosa la intensitat). Humboldt influí en Gauss perquè aplicés el seu model matemàtic per a la forma de la Terra, en base a mesures de la gravetat, a les dades magnètiques (Bühler, 1981). D'aquí sortí el primer model matemàtic d'allò que anomenem *camp magnètic terrestre*, que plantejava que el camp generat per la Terra no era el d'un simple dipol, sinó que els termes d'ordre superior eren notables. En la cartografia de Halley ja es podien observar quadrupols.
- d) Per evitar les perturbacions metàl·liques, hom dissenyà bitàcoles de brúixola per compensar el camp magnètic del vaixell i càrrega amb un altre camp magnètic. Naixia un nou ofici als vaixells, el dels compensadors de brúixoles.⁹

5. Per què el món nàutic ha seguit refiant-se de la brúixola?

La brúixola era un recurs per orientar-se quan fallaven els altres sistemes (visió de la costa, determinacions astronòmiques), és a dir, principalment quan estava núvol o hi havia boira. Durant els segles XIX i XX s'han introduït nous sistemes d'orientació: l'anomenat *compàs giroscòpic*, els ràdiosenyals i la determinació de la posició via satèl·lit, amb el sistema GPS. Aquests tres sistemes donen resultats molt més precisos que la brúixola magnètica. Llavors, per què es manté la confiança en la brúixola? Hi ha diverses respostes possibles:

- a) Les limitacions de la brúixola es poden superar amb la cartografia i models matemàtics, que semblen poder preveure les variacions de la brúixola. El rigor de la cartografia i la potència predictiva dels models matemàtics donen confiança.
- b) La brúixola és l'únic instrument d'orientació que no necessita energia (exceptuant les observacions astronòmiques, que depenen de la visibilitat). Les alternatives a la brúixola, molt més potents i, algunes, d'una enorme precisió, sí que en necessiten.
- c) Un element que hem de tenir en compte eren les alternatives possibles a la brúixola. Fins al segle XIX, en cas de cel ennuvolat o de boira, no hi havia cap altre mitjà d'orientació que no fos la brúixola.
- d) No hem de descartar, finalment, la fascinació de l'instrument, i la senzillesa i elegància que pot tenir el seu disseny. Aquesta fascinació també estaria relacionada amb la «veterania» de l'instrument, que ha estat utilitzat per a l'orientació durant uns mil anys.

8. Sobre la ciència baconiana, vegeu l'article de Khun (1982). En relació a les contribucions de Humboldt, vegeu: Humboldt (1949).

9. Un dels dissenys més reeixits de brúixola compensada fou el degut a Lord Kelvin. Vegeu un tractat relativament recent, Martínez-Hidalgo Terán (1958).

6. Tècnica, ciència i consens

Després d'aquestes breus consideracions sobre les limitacions de la brúixola, podem veure que la utilitat d'un instrument científic no depèn només de la seva interpretació científica, ni tan sols de la fiabilitat que hagi demostrat. Hi ha altres factors que hi intervenen, com ara la seva acceptació social i el grau de confiança que genera. En la brúixola veiem que, davant de l'observació d'irregularitats greus que posaven en entredit les seves indicacions, tècnics i científics buscaren mitjans per poder continuar utilitzant-la. Durant un llarg període, fins i tot s'arribà a creure que la brúixola podia servir per determinar la longitud.

Els procediments per salvar o compensar les irregularitats de la brúixola han representat el desplegament de molts recursos tècnics i científics, molts més dels que generalment s'imagina. Fins al segle XIX, tot i les contribucions de Gilbert (1600), l'explicació de la brúixola tenia força llacunes i, per tant, els assaigs que es realitzaren eren eminentment empírics i tècnics. Després de Halley i, sobretot, de Humboldt i Gauss, fou la ciència la que donà les sortides.

Un element que considerem clau en tot el procés ha estat, sens dubte, el consens que ha generat la brúixola. Davant de les seves irregularitats, la confiança dels usuaris i els científics sembla haver estat una peça clau per a la interpretació del motiu de la continuïtat de la utilització de la brúixola.

Per acabar, voldria fer una consideració addicional. La reflexió que he presentat tracta d'un instrument científic la interpretació del qual ha variat molt des del seu descobriment (recordem-ho, cap al segle I de la nostra era a la Xina). Fins al segle XVII, no existia un model de Terra com a cos magnètic, cosa que no començà a perfilar-se d'una manera rigorosa fins al segle XIX. En el període anterior, hom atribuïa la orientació de la brúixola a propietats de l'estel Polar (per exemple, Colom) o a alguna concentració singular de magnetita en regions polars.¹⁰

Si la interpretació de l'instrument ha variat tant, potser hauríem de considerar que no es tracta del mateix instrument? Des d'un punt de vista historiogràfic, la discussió de la brúixola en les diverses etapes hauria de circumscriure's a la seva època i, per tant, s'hauria de considerar com una successió d'instruments d'una mateixa família. Tanmateix, com en d'altres casos, els elements comuns de la brúixola al llarg de la història fan que una discussió conjunta sobre els «diversos» membres de la família sigui possible.

Per acabar, hem de reprendre la pregunta que hem introduït al començar aquest treball, sobre les condicions que la història posa a un instrument científic. En el cas de la brúixola, sembla clar que la història l'ha afavorit davant de les adversitats. La seva utilitat, la senzillesa tècnica de la seva construcció, la facilitat relativa del seu maneig, la fascinació que tot plegat ha despertat entre les persones han donat peu a un ampli consens social a favor de la brúixola.

Recordem, a més, que la brúixola no era un instrument basat en una teoria científica, sinó el resultat de l'observació empírica i d'una saviesa pràctica innegable. La seva justificació dins de la ciència fou posterior; de fet, probablement podríem dir que la comprensió de la brúixola fou un dels estímuls principals per a desenvolupar una teoria magnètica i, sobretot, una teoria del magnetisme terrestre.

10. S. Chapman va ser el pioner de les teories modernes del magnetisme terrestre. Vegeu, per exemple, Chapman (1936).

Per refiar-se de la brúixola ha estat necessari desplegar estudis i recursos científics i tècnics molt importants que, en gran part, han sorgit de la confiança dipositada en el mateix instrument. Moltes de les raons per aquesta confiança són força raonables, però el conjunt s'ha de situar en els processos tan complexos de la psicologia individual i col·lectiva.

Bibliografia

- ALBUQUERQUE, LUIS DE (1988), *Instrumentos de Navegação*, Lisboa, Comissão Nacional para os Comemorações dos Descobrimientos Portugueses.
- BEDINI, SILVIO A. (ed.) (1992), *The Christopher Columbus Encyclopedia*, MacMillan Pub.
- BÜHLER, W. K. (1981), *Gauss. A Biographical Study*, Berlín-Heidelberg-Nova York, Springer-Verlag.
- CHAPMAN, SIDNEY (1936), *The Earth's Magnetism*. Londres, Methuen & Co.
- CHAPMAN, SIDNEY (1943), «Edmond Halley and Geomagnetism», *Nature*, 152, núm. 3.852 (28 agost), 231-237.
- COOK, ALAN (1998), *Edmond Halley. Charting the Heavens and the Seas*, Oxford, Clarendon Press.
- EINSTEIN, ALBERT (1986), *Notas autobiográficas*. Prefaci de Paul Arthur Schilpp, Madrid, Alianza. (La versió original aparegué a SCHILPP P.A. (ed.) (1949), *Einstein. Philosopher-Scientist*, La Salle (Ill.)-Londres, Open Court-Cambridge University Press [The Library of Living Philosophers, VII])
- FRÄNGSMYR, T.; HEILBRON, J.L.; RIDER, R. E. (1990), *The Quantifying spirit in the 18th century*, Berkeley, University of California Press.
- HUMBOLDT, ALEXANDER VON (1949), [«Geomagnetismo»]. A: *Océano, atmósfera y geomagnetismo. Capítulos seleccionados del «Cosmos»*. Traducció i notes de Otto Schneider. Madrid-Buenos Aires, Espasa-Calpe, 113-177.
- KUHN, THOMAS S. (1982), «La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física». A: *La Tensión Esencial*. FCE, Mèxic, 56-90. (Aparegut originàriament a (1976) *The Journal of Interdisciplinary History*, 7, 1-31)
- MARTÍNEZ-HIDALGO TERÁN, JOSÉ MARIA (1946), *Historia y leyenda de la aguja magnética. Contribución de los españoles al progreso de la náutica*, Barcelona, Ed. Gustavo Gili.
- MARTÍNEZ-HIDALGO TERÁN, JOSÉ MARIA (1958), *Magnetismo del buque y compensación de la aguja magnética*, Madrid-Barcelona, Ediciones Garriga.
- NEEDHAM, JOSEPH (1977), *La gran titulación. Ciencia y sociedad en Oriente y Occidente*, Madrid, Alianza Editorial.
- PUMFREY, STEPHEN (1989), «'O tempora, O, mages!' A sociological analysis of the discovery of secular magnetic variation in 1634», *British Journal for the History of Science*, 22, 181-214.
- ROCA ROSELL, ANTONI (1999), «Rubió i Nadal en la Il·lustració científica catalana». A: ROCA ROSELL, A.; PUIG, R.; GRAU, J.M.T. *L'obra científica de Josep Rubió i Nadal, científic il·lustrat, rector de Vilanova de Prades (1792-1807) «Hipòtesis ... con la que se descubre la causa de la declinación y variación de la Aguja de Marear. 1807*, Ajuntament-Parròquia, Vilanova de Prades, 43-56.
- RONAN, COLIN A. (1986), *The Shorter Science & Civilization in China: 3. An abridgment by... of Joseph Needham original text*, Cambridge University Press.

- VERNET, JOAN (1978), *La Cultura hispanoàrabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel.
- VERNET, J. (1979), «Influencias musulmanas en el origen de la cartografía náutica». A: VERNET, J. *Estudios sobre historia de la ciencia medieval*, Barcelona, Universitat de Barcelona-Universitat Autònoma de Barcelona, 355-382 (publicat originàriament a (1953) *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, 89, 3-30).

L'ESTUDI DE LA FÍSICA ENTRE ELS FUNDADORS DE LA REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS DE BARCELONA

Josep M^a Romero i Baró

Facultat de Filosofia. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *física segle XVIII, Musschenbroek, Acadèmia de Ciències a Barcelona, divisibilitat de la matèria.*

The Study of Physics between the Founders of the Royal Academy of Sciences and Arts of Barcelona

Summary: *Two main subjects are presented here concerning the study of Physics in the «Experimental, Mathematical and Physical Conference» (1764), which was the origin of the present Royal Academy of Sciences and Arts of Barcelona and where the Essay of Physics of Peter van Musschenbroek was used as a reference book: the opening discourse read by F. Subirás praising the development based on the applications of Physics, and the remarks of two other founders (J. Mollar and P. Balmas) on Musschenbroeks theory of the the divisibility of matter.*

Key words: *XVIIIth Century Physics, Musschenbroek, Academy of Sciences in Barcelona, Divisibility of Matter.*

1. Introducció

Després de l'excel·lent monografia publicada per la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB) per tal de commemorar el II Centenari de la seva fundació (Iglésies, 1964), s'han fet esforços per conèixer amb més detall l'origen d'aquesta Acadèmia pel que fa a l'estudi de la física a partir del seu arxiu (García Doncel, 1998a: 68-69; 1998b: 43-52), que guarda encara documents inèdits com aquests que ara presentem sobre la divisibilitat de la matèria.

2. Per què estudiar física?

A diferència de nosaltres, els estudiosos de la física del segle XVIII encara entenien que aquest coneixement era una part més de la filosofia, concretament de la filosofia de la na-

turalesa que Newton havia volgut fer entrar pel camí de la matemàtica com ell mateix ho declara des del títol en el seu *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Aquesta física estudiava la naturalesa tan des dels coneixements purs com aplicats, tal com ho palesen les nou càtedres de la naixent Acadèmia (Iglésies, 1964: 382), i del profit que en tots els camps (manufactures, arts, enginyeria, medicina, nàutica, comerç... i àdhuc en la teologia!) es pot treure de l'estudi de la Física —també del pur gaudi de fer experiments dins les Acadèmies— en parlen els físics estrangers amb molt convenciment (Musschenbroek, 1751: V, 17-19). Entre nosaltres els segueixen amb no menys entusiasme tant T. Cerdà (1758: pròleg; 1760: dedicatòria), animador de la primera «Conferencia Physico-Mathematica Experimental» (1764) i futura Acadèmia, com el seu deixeble F. Subiràs, un dels seus fundadors i primer director, el qual, desitjant delerosament obtenir també per al seu país el desenvolupament que ja havien assolit els altres països d'Europa, en el discurs inaugural que va llegir a la citada «Conferencia» (Subiràs, 1915: 241) s'estranya del nostre retard dient «como pues siendo la Physica tan natural entre los Estrangeros, es tan estrangera entre nuestros naturales?», culpa la filosofia tradicional d'aquest retard, i rebla el clau del seu entusiasme per la nova ciència preguntant atrevit a l'auditori «que les suenan mejor al Estado las voces de los Claustros, ô el ruido de las Maquinas de los Artesanos?» (Subiràs, 1764: 245). Poc importa si l'autor d'aquest text és en Subiràs o el Dr. Jaume Bonells —un altre dels fundadors de la «Conferència»— (Iglésies, 1964: 74), per veure que aquest és un discurs programàtic propi de la política il·lustrada de l'època, especialment al nostre país, al que donarien suport, probablement, tots els membres de la «Conferencia».

Encara que aquest discurs hagi estat ja analitzat (Iglésies, 1964: 74-78), potser no s'ha posat prou de relleu el servei que li fa la física a la teologia quan la depura de supersticions degudes a la ignorància de les lleis de la naturalesa. Fins i tot sembla que aquest és el seu principal objectiu, quan el propi Musschenbroek afirma que «j'aurai atteint le but que m'étois proposé» si el seu *Essai de Physique* «peut contribuer à faire connoître l'existence de Dieu», de manera que, coneixent bé els fenòmens que són naturals, puguem distingir-los bé dels que són sobrenaturals (Musschenbroek, 1751: XXIII, 20-21). Aquestes indicacions, acuradament anotades pels socis fundadors, es guarden encara a l'arxiu de la RACAB (ARA-CAB, concepte 2.1.1, sign. top. 72.3, set lligalls) juntament amb sis plecs d'observacions i respostes a les tesis que, sobre la divisibilitat de la matèria, ensenya Musschenbroek, i a les quals em referiré de seguida en el següent apartat. I Subiràs sembla tenir també molt presents aquelles indicacions de Musschenbroek quan afirma que hem d'arribar a Déu a partir de la creació, i que «esto es tan cierto como que ningún buen Physico puede ser Ateista» (Subiràs, 1915: 244).

3. Dues revisions a la física de Musschenbroek

A més del referit F. Subiràs, entre els fundadors de la «Conferencia» hi figuren també l'apotecari Josep Mollar i el metge Pau Balmas, els quals van presentar sengles observacions crítiques a les exposicions que sobre la divisibilitat de la matèria es van fer a la naixent Acadèmia, seguint el citat *Essai de Physique* de Musschenbroek, probablement dins dels primers mesos de la seva existència, ja que a partir de l'estiu de 1765 decau molt l'activitat de l'Acadèmia (Iglésies, 1964: 88).

Per entendre les observacions de J. Mollar, exposem primer un text representatiu de l'opinió de Musschenbroek, quan al paràgraf 24 del seu *Essai* diu que «nous avons vu jusqu'à présent que l'Étenduë peut être conçu comme divisible à l'infini. Mais voici une Question que l'on fait, qui regarde la Physique, & non les Mathématiques, ou l'imagination. On demande: si les Corps étendus ont été créés de telle maniere, qu'ils puissent être divisés à l'infini par quelque force que ce soit de la Nature, ou par les forces de l'Art: ou bien si ils sont seulement divisables jusqu'à une certaine petitesse, sans qu'ils puissent être divisés davantage; parce que ces petites parties ne sont pas composées d'autres parties, mais de portions solides qui sont des Unités, & que Dieu a créées de cette manière?» (Musschenbroek, 1751: 33). Encara que faltat d'evidència empírica per a justificar la seva tria, Musschenbroek es decanta per la segona hipòtesi com a «fort vraisemblable», i la intenta justificar a partir de «l'ordre immuable & constant de l'Univers», pel qual veiem, que «après la dissolution des Corps, il en renaît de nouveaux, toujours dans le même tems, & qui tirent leur origine des premiers», explicant així que als mateixos llocs, i en el termini del mateix temps, creixen les mateixes plantes que hi havia abans, arribant al mateix gruix i a la mateixa alçada que tenien fa mil anys, sense que apareguin mai espècies noves.

Per la seva banda, Mollar recull l'estat de la qüestió dient que «Musschenbroek es de dictamen, que los cuerpos solamente se dividen hasta a cierto estado, mas alla del qual ya no pueden dividirse porque (llamemoslas) sus Fracciones, ya no constan de partes, sino que son unidades solidas, como Dios las crió» (ARACAB, plec 1, 1v). Però com que Musschenbroek no ha justificat abans que hi hagi un límit teòric a la divisibilitat de la matèria (extensió), Mollar ho fa ara dient que «si las fracciones o particulas, habiendo llegado al ultimo termino de su division no tuviesen partes, cada una de dichas partículas no seria mayor, que un punto Mathematico; pero como un punto Mathematico no tiene extension, tampoco la tendrian las particulas assi tomadas, y por consiguiente no podria de ellas haverse formado un Cuerpo porque *Inextensum additum inextenso non facit extensum*» (ARACAB, plec 1, 2r).

Un cop justificada teòricament la tesi de Musschenbroek, Mollar exposa les seves reflexions que la justifiquen encara més en base a observacions més empíriques, i afirmen que no sempre es donen les regularitats en el creixement de les plantes de què parla Musschenbroek, aportant dades de canyes americanes que són gegants tot i ser de la mateixa espècie que les d'aquí, o de plantes que es tornen estèrils quan les canvien de terra, i afegeix que en una mateixa prada bé hi creixen moltes plantes diferents, les quals alimenten alhora diferents espècies d'animals, contra les tesis de Musschenbroek (ARACAB, plec 1, 2r, 3r).

La resposta a les objeccions de Mollar fetes pel Director de la «Conferencia» comencen per dir que quasi tots els grans físics d'aquell temps reconeixen que la regularitat de l'Univers és una de les proves principals «de que la divisibilidad real de la materia no es infinita», però admet també que Musschenbroek exposa les seves raons «con alguna obscuridad», coincidint amb Mollar en què la tesi de Musschenbroek aplicada a la mateixa prada que alimenta animals i plantes diferents porta de dret a les homeomeries d'Anaxàgores (tot és en tot), a no ser que introduïm el concepte més ampli de «molècula» (ja no el d'»àtom») com a unitat diferent que nodreix diferents animals o plantes, entrant en un altre concepte d'unitat indivisible —el de molècula— molt més d'acord amb l'actual, de manera que «es más verosímil pensar, que los Cuerpos solo llegan a dividirse hasta ciertas molculas de una determinada magnitud, figura, y naturaleza», tornant amb altres paraules al parer de Musschenbroek, doncs «aunque todas estas molculas esenciales sean compuestas de atomos, estan estos uni-

dos tan fuertemente que ni en la naturaleza ni en el arte hai fuerzas, que los puedan separar (ARACAB, plec 2, 3r), de manera que «es preciso confessar, que la divisibilidad real de la materia no solo no passa de los atomos, pero ni aun llega â ellos parandose en las moleculas essenciales de los mixtos primitivos. Con que esta opinion tiene todas las condiciones necesarias para poderse, y deberse admitir en Phisica, como a opinion verosimil, y congetural; que es en los terminos en que la assienta Muschenbroek» (ARACAB, plec 2, 3v-4r).

És de suposar que el Dr. Mollar, apotecari, i per tant professionalment interessat per la botànica, quedaria força satisfet amb les explicacions rebudes, perquè remetien a unitats moleculars de naturaleses o essències diferents, que permetien explicar les diferents espècies de vida sobre la Terra.

Molt diferents són, en canvi, les observacions que fa el metge Pau Balmas sobre la divisibilitat de la matèria, ja que mai no dubta dels conceptes que proposa Musschenbroek sobre la divisibilitat de la matèria, i es limita a revisar els seus càlculs. En efecte, l'autor holandès cita l'experiència de Robert Boyle sobre la dissolució del coure en sal d'amoníac. Com que aquesta solució (i totes les seves parts) té color blau, i hom atribueix el color de cada part a una partícula de coure, Musschenbroek calcula que cada gra de coure s'ha dividit en 22.788 milions de parts (Musschenbroek, 1751: 36). El Dr. Balmas revisa a la baixa aquesta xifra, i diu que «todo el argumento se funda en suponer que en cada particula de agua visible ha de haver una particula colorada para parecer tal todo el agua, lo que para mi, ni es preciso, ni verosimil. Si manifiestamente repugnante» (ARACAB, plec 3, 1r). A més, addueix que els joiers fan sobresortir el color d'una joia posant un fina superfície de color per sota, que el mar sembla vermell (o blau, o verd) tot i tenir les aigües transparents, i també assenyala que un barret vermell fa veure la cara vermella, només perquè alguns (i n'hi ha prou amb pocs) raigs de color es barregen amb tots els (molts) altres de la llum. «Siguese pues, que para parecer toda el agua colorada basta, que a ciertas distancias se hayan esparcido en el agua alguna particula de dichos granos» (ARACAB, plec 3, 1v), de manera que la divisibilitat del coure —o de qualsevol altre pigment, com el carmí— s'ha de reduir força (de «molt» a «algun»), encara que el Dr. Balmas no en precisi la quantitat.

La segona observació és força enginyosa, i consisteix en dir que si per cada partícula d'aigua n'hi ha d'haver una altra de coure o de carmí que la faci visible, com que aquestes partícules no es veuen amb el microscopi, han de ser més petites que el més petit dels animals que es veu amb el microscopi (els infusoris), i així resultaria que les partícules més petites es veuen sense microscopi (pel color, a simple vista), mentre que les més grans (els infusoris) el necessiten, la qual cosa és absurda, de manera que al Dr. Balmas li sembla «inverosimil tanta divisibilidad en el cobre, como se ha intentado probar» (ARACAB, plec 3, 1v), encara que tampoc indica en quina quantitat estima que s'ha de reduir aquesta divisibilitat.

Balmas intenta rebaixar finalment el càlcul que s'ha fet de la divisibilitat de la matèria pensant en la dispersió dels vapors olorosos, com ara l'encens, doncs li sembla que amb una sola partícula per volum d'aire inspirat (uns pocs litres) n'hi ha prou per percebre'n l'olor, de manera que en ser suficients unes poques partícules, també aquest càlcul resulta «inútil para probar la divisibilidad grande de la materia» (ARACAB, plec 3, 2v).

En les seves respostes (ARACAB, plecs 4 i 6), el director de la «Conferència» es mostra bàsicament d'acord amb la revisió dels càlculs de Musschenbroek que proposa Balmas, i encara que aquest insisteix novament en els mateixos punts de vista (ARACAB, plec 5), el director fa notar que tot i els errors o les diferències en aquests càlculs, els resultats són

sempre del mateix ordre de magnitud, de manera que acaba reconeixent, amb bon criteri: «ambos cálculos de la disolución del cobre y evaporación del incienso, aunque no se pueden demostrar con rigor mathematico, en rigor Phisico tienen bastante exactitud» (ARACAB, plec 6, 2v).

Bibliografia

- CERDÀ, T. (1758), *Liciones de Matemática o Elementos generales de Arithmetica, y Álgebra para el uso de la clase*, Barcelona, Francisco Suriá, 2 vols., Tomo I.
- CERDÀ, T. (1760), *Lecciones de Matemática o Elementos generales de Geometría*, Barcelona, Francisco Suriá.
- GARCÍA DONCEL, M. (1998a), «Els quatre enfocaments inicials de l'Acadèmia, A: BLANES NADAL, G. i GARRIGÓS OLTRA, LL. (coords.), *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Alcoi 1996)*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 67-75.
- GARCÍA DONCEL, M. (1998b), «Los orígenes de nuestra Real Academia y los jesuitas», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera Época, LVII, Núm. 2 (núm. 947), 5-60 (33-88).
- IGLÉSIES FORT, J. (1964), «La Real Academia de Ciencias Naturales y Artes en el siglo XVIII», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera Época, XXXVI, Núm.1 (núm. 707).
- MUSSCHENBROEK, P. (1751), *Essai de Physique*, Leyden, Samuel Luchtmans, 2 vols.
- SUBIRÁS, F. (1915), «Conferencia Physica. Discurso leído por el Dr. Francisco Subirás en la primera sesión particular el día 18 de enero de 1764», A: BOFILL I POCH, A. (comp.), *Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (1764.1914). Fiestas científicas celebradas con motivo del CL aniversario de su fundación*, Barcelona, sobrinos de López Robert.

L'OBRA ASTRONÒMICA DE JOSEP SARAGOSSÀ¹

Victòria Rosselló Botey

Departament d'Història de la Ciència i Documentació. Universitat de València.

Paraules clau: *astronomia, cosmologia, segle XVII, Espanya, revolució científica, Companyia de Jesús.*

Josep Saragossà's astronomical works

Summary: Seventeenth century Hispanic context didn't allow an independent astronomical activity and the main astronomers were an heterogeneous group with no relation to universities. Jesuits played a key role in the process of transmission and assimilation of the new astronomy. Jesuit Josep Saragossà was one of the most significant spanish contributors to astronomy during the second half of the seventeenth century. His astronomical works show his didactical concern (represented by his will to disseminate astronomical knowledge and observational novelties), his instrumentalistic perspective in the study of planetary models and his skepticism about astronomy's capability to know the real world. All these aspects are included in what has been called Jesuit Science.

Key words: *astronomy, cosmology, XVIIIth century, Spain, scientific revolution, Jesuits.*

L'evidència històrica mostra que Espanya intervingué en molt escassa mesura en les realitzacions i avanços de la ciència europea del segle XVII, encara que l'aïllament no fou, ni molt menys, total. Els cultivadors de l'astronomia al solar hispànic visqueren en una societat marcada per l'aïllament ideològic i per la crisi social, econòmica i política, i patiren un difícil procés d'assimilació dels nous coneixements astronòmics sorgits de la Revolució Científica (López Piñero, 1979; Navarro, 1985 i Navarro, 1996).

La Companyia de Jesús fou un dels grups que presentà una activitat científica notable davant l'aïllament que patien les universitats al llarg del segle XVII espanyol. Els col·le-

1. El present treball l'he realitzat com a integrant del grup de treball que analitza l'activitat científica espanyola al llarg del segle XVII, i s'enmarca en el projecte d'inventari i estudi dels manuscrits i impresos científics de tema físicomatemàtic que estem realitzant. En formen part Santiago Garma Pons, Víctor Navarro Brotons, Eduard Recasens Gallart i Vicent L. Salavert Fabiani. Ha estat publicat com a part de la tesi doctoral de l'autora: Rosselló (2000). He d'agrair al professor Navarro que m'haja facilitat l'estudi de l'astronomia del segle XVII, així com també la seua disponibilitat a posar al meu abast els materials localitzats per ell a diverses institucions al llarg dels últims anys.

gis de la companyia establerts a Espanya i, en especial, el Colegio Imperial de Madrid, foren les úniques institucions que mostraren alguna vitalitat en els estudis científics. La manera cautelosa d'assumir les innovacions del col·lectiu jesuític dedicat a la ciència constitueix el model d'introducció a Espanya de la ciència europea (Navarro, 1996).² En aquest context es situa la biografia de Josep Saragossà (1627-1679), un dels principals cultivadors de l'astronomia a l'àmbit hispànic a la segona meitat del sis-cents. Descriurem ací sumàriament la seua obra.³

Molts dels treballs astronòmics redactats pel jesuïta valencià quedaren inèdits i foren preparats per a les seues classes al Colegio Imperial de Madrid. De les seues obres astronòmiques només l'*Esphera en comun celeste y terraquea* (Madrid, 1675) arribà a imprimir-se. Prèviament a la publicació de l'*Esphera*,⁴ Saragossà ja tenia enllestit feia tres anys (tal com consta al final del text) el manuscrit titulat *Tratatus de sphaera et yntroductio ad astronomia*, que sintetitza els continguts de l'obra impresa i en constitueix una espècie d'esborrany.⁵

En l'*Esphera*, Saragossà recull i sintetitza la informació i les idees dels textos astronòmics publicats a Europa al sis-cents pels seus coreligionaris, especialment pel que fa a l'*Almagestum novum*, de Giovanni Battista Riccioli, amb una finalitat clarament didàctica, i amb l'aportació ocasional d'idees pròpies. Els trets fonamentals de la cosmologia de Saragossà són:

- Adopció del sistema del món de Tycho Brahe, amb el rebuig de les esferes sòlides ptolemaïques.⁶ En referir-se al sistema copernicà, Saragossà parla de l'economia

2. En les últimes dècades una sèrie d'estudis han posat de relleu la importància dels jesuïtes en el desenvolupament de l'activitat científica en l'Europa catòlica en el període que ens ocupa. Una àmplia bibliografia sobre el tema es pot veure a (HARRIS, 1988) i a (BALDINI, 1992).

3. El professor Navarro ja ha realitzat una primera aproximació a l'obra astronòmica del jesuïta valencià (NAVARRO, 1985) i (NAVARRO, 1996, p. 197-252). Per als aspecte biogràfics, vegeu (COTARELO, 1935).

4. Es pot veure a la Biblioteca Universitària de València (y-26/53), encara que aquest exemplar no conté les figures a què fa referència el text. Sí es poden trobar al de la Biblioteca Nacional de Madrid (2/15481).

5. En coneixem tres versions manuscrites, presumiblement copiades per diversos deixebles. El text llatí és l'únic complet i consta de 114 fulls en quart, amb nombroses figures al marge. La Biblioteca Nacional de Madrid conserva una traducció al castellà, titulada *Tratado de Esphera y introduccion a la Astronomia*, a la qual falten nombrosos fulls i capítols. En destaquen les figures, il·lustrades amb molta cura, amb una notable policromia. Una tercera còpia ha estat localitzada a la Real Academia de la Historia (9/2707). Les versions de la Biblioteca Nacional de Madrid tenen signatures Ms. 8932 i Ms. 8900, respectivament. Cap de les tres versions es autògrafa de Saragossà. El fet que les diferents còpies foren realitzades pels deixebles explicaria les faltes ortogràfiques que apareixen al mateix títol i al llarg del text llatí.

6. El sistema de Tycho Brahe, publicat el 1588, era un equivalent geomètric del copernicà i podia representar qualsevol dels fenòmens astronòmics sense necessitat de fer la Terra mòbil. Quan els descobriments telescòpics abocaren a l'abandonament de la cosmologia ptolemaica, gran part dels astrònoms s'inclinaren pel sistema de Tycho o per alguna de les seues versions (GRANT, 1984) i (THOREN, 1989).

de moviments que ofereix aquest sistema. Aclareix que és enginyós, però està condemnat per la Inquisició, encara que pot ser utilitzat en el càlcul dels planetes, si es considera únicament com a suposició.

- Rebuig de la sentència aristotèlica de la incorruptibilitat celeste i adopció de la fluïdesa dels cels. Saragossà, com bona part dels seus contemporanis, assegura que les taques solars que s'han vist amb el telescopi i els cometes que han aparegut més enllà de la Lluna són explicats més naturalment a través de la generació i corrupció celeste. Admetent el cel planetari fluid, poden explicar-se totes les desigualtats observades. El problema de la dinàmica el resol Saragossà recurrent, com Riccioli, als àngels o intel·ligències superiors, que mouen els cels.⁷

La descripció dels aspectes físics del Sol, la Lluna i dels planetes ocupa un lloc destacable en l'exposició de les qüestions astronòmiques que realitza Saragossà a l'*Esphera*. El jesuïta fa referència a les taques solars, refereix també les observacions telescòpiques planetàries dels seus contemporanis i, en alguns casos, les representa gràficament. És el cas de Mart, que fou vist el 1636 amb una gran taca al mig (vegeu figura 1, n. 48). Les faixes de Júpiter foren observades al llarg de la segona meitat del segle per alguns jesuïtes (n. 49), i l'aspecte canviant de Saturn fou també observat per Saragossà (n. 50).⁸

L'aptitud de Saragossà com a observador queda ben palesa en els manuscrits referits als cometes de 1664-1665 i 1677, respectivament.⁹ Les observacions que adjuntà a l'extens text dedicat al primer, que fou cèlebre per la seua durada i extraordinària magnitud, foren esmentades per diversos astrònoms europeus, i la data de màxima aproximació de l'astre a la Terra coincidí amb la calculada per Jean Dominique Cassini. El moviment fou resolt assumint que l'astre s'havia desplaçat per trajectòria rectilínia.

Saragossà participà indirectament en el debat entorn la validesa de l'astrologia, amb el seu manuscrit titulat *Discurso contra los astrologos*, que escrigué arran dels vaticinis que

7. (RICCIOLI, 1651), sectio II, cap. I. Els autors jesuïtes que segueixen Tycho Brahe i Kepler en el rebuig de les esferes sòlides, solucionaren el problema dinàmic que comportava l'anul·lació de l'entitat física dels orbes, assignant ara a cada astre un d'aquests ens. Les intel·ligències semblen haver estat considerades més com a forces mecàniques que com a ens espirituals (Grant, 1994, p. 567-568).

8. L'estrany aspecte de Saturn constituí un dels trencaclosques més celebrats de l'astronomia del segle XVII, fins que Christian Huygens, el 1659, hi trobà una solució satisfactòria. Les observacions de l'aspecte del planeta efectuades per Pierre Gassendi entre el 1636 i el 1652 són molt semblants a les consignades per Saragossà a l'*Esphera*, que són també recollides per Riccioli. Els dibuixos de Gassendi es poden veure a (VAN HELDEN, 1989), i els que apareixen al text de Saragossà (BN 2/15481) a la fig. 50. Riccioli els exposa (RICCIOLI, 1651), Liber VII, sectio I, cap. II.

9. *Discurso del cometa del año 1664 y 1665*, manuscrit que es troba a la Biblioteca de Sta. Genoveva de París (Ms. Núm. 1045, ff. 42-92). Hi ha una altra còpia titulada *Discurso physiastronomico del cometa de 1664 y 1665*, que només conté diferències de caràcter ortogràfic respecte a l'anterior (Biblioteca de la Real Academia de la Historia, lligall 9/2705). Aquesta còpia es autògrafa de Saragossà (ROSSELLÓ, 2000, p. 60). El manuscrit, titulat *Observationes cometæ habitæ in oppido Argandæ*, es refereix al cometa de 1677 (Biblioteca de la Real Academia de la Historia, lligall 9/2782). Sommervogel indica una altra versió existent a l'Arxiu Vaticà (NAVARRO, 1996, nota 108). Tots ells han estat localitzats per Víctor Navarro.

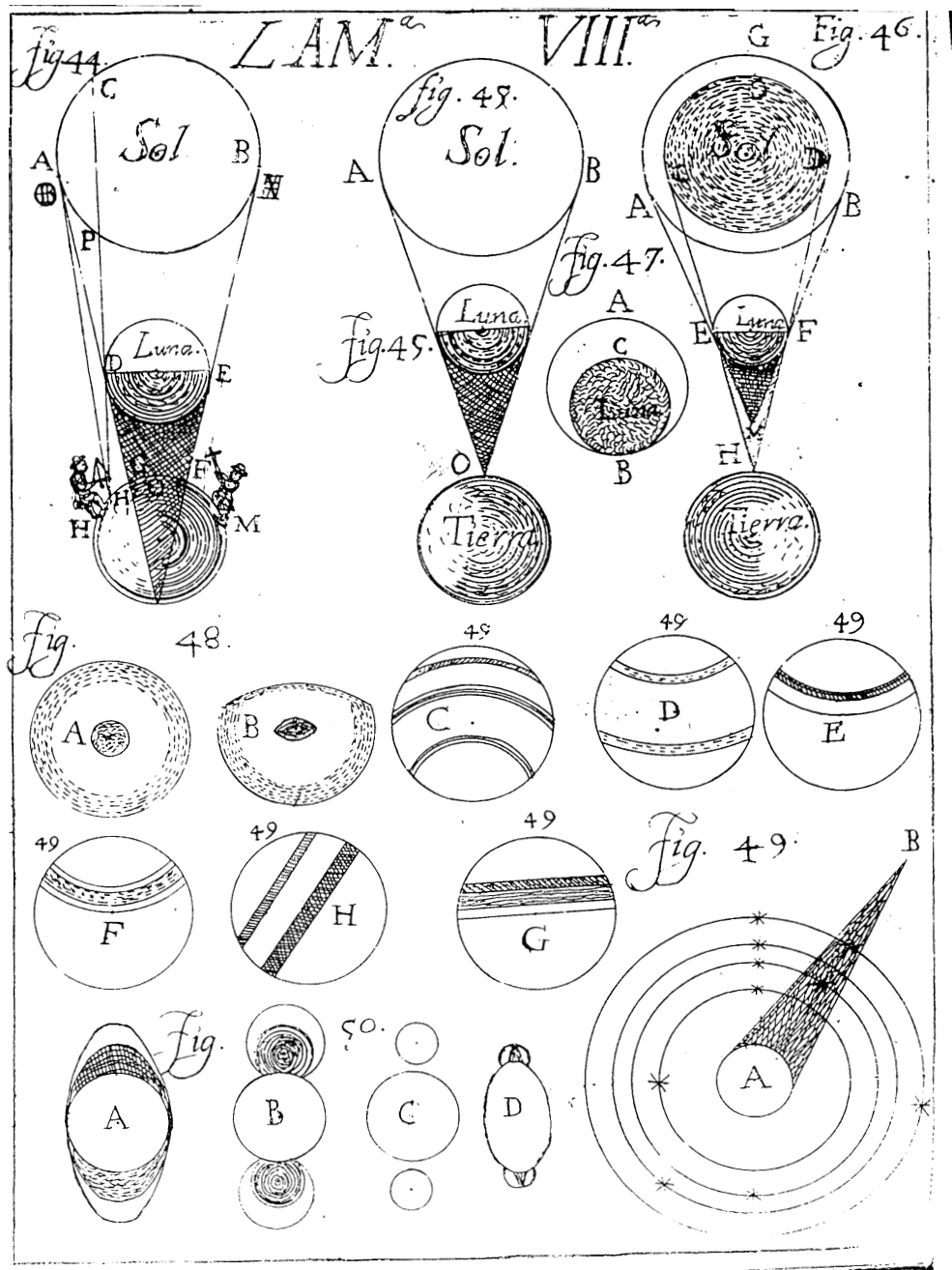


Figura 1. Làmina VIII de l'*Esphera* de Josep Saragossà (1675) que representa algunes observacions físiques planetàries

proliferaren amb l'aparició del cometa de 1664.¹⁰ Tot i que hem pogut constatar el descrèdit a què es veu sotmesa l'astrologia al llarg de la centúria, no cal subestimar el poder de la disciplina al període que ens ocupa, ja que el de Saragossà és l'únic text de què tenim constància que, des de l'estament instruït, es dedicà íntegrament a l'atac de l'astrologia, i que no fou mai publicat.¹¹

L'*Astronomia theorica et practica* és un altre manuscrit de Saragossà, concebut per als alumnes que ja havien cursat l'esfera. És una obra d'una complexitat tècnica notablement superior, on són estudiats amb detall els models planetaris que proposa l'autor.¹² El manuscrit ens ha arribat incomplet (només hi figuren les teòriques del Sol i de la Lluna), data del 1673, i va ser traduït al llatí pels seus deixebles del Colegio Imperial de Madrid, com consta a l'encapçalament de l'obra. El text de Saragossà s'inicia amb l'exposició de la teoria solar, basada en el model de l'excèntric simple, amb l'excentricitat donada per Riccioli. La segona part considera les diferents hipòtesis que representen el moviment lunar. Descriu i dona els valors dels principals paràmetres dels models ptolemaic, copernicà, el de Tycho Brahe, i la hipòtesi kepleriana, entre d'altres. Després ofereix la seua pròpia hipòtesi per a la Lluna, que ell mateix defineix com a variant de la hipòtesi de Tycho Brahe, a la qual l'epicicle circular es resol en el lípse. A les figures 2 i 3 s'han representat els esquemes dels models ticònic i de Saragossà per tal de poder comparar-los. El centre del món i de l'eclíptica es troba en A als dos models, situat en el cercle al llarg del qual es desplaça el centre de l'excèntric (DBA). En el model de Saragossà, com en el de Tycho, el dit cercle es mou en sentit antihorari amb el doble de la velocitat que té la Lluna respecte del Sol, i les dimensions d'ambdós models són molt semblants. Al model de Brahe, la Lluna R és transportada per l'epicicle menor en sentit antihorari. A l'esquema de Saragossà la Lluna L es desplaça al llarg de l'epicicle el·líptic amb sentit contrari i amb la mateixa velocitat que el centre de l'epicicle al llarg de l'excèntric.

Saragossà assegura que el seu model simplifica en gran mesura els tediosos càlculs que implica el model ticònic en la construcció de les efemèrides. No fa cap referència, però, a l'operativitat del seu model o al grau d'acord amb les observacions.

L'*Astronomia nova metodo iuxta lansbergii hypotesim*¹³ de Saragossà és l'última de les obres astronòmiques del jesuïta que ens ha arribat. La versió completa del manuscrit de Sa-

10. Es pot veure a la Biblioteca Nacional de Madrid (Ms. 8932, ff.58-65v.). Hi ha una altra còpia a la Biblioteca de la Real Academia de la Historia (9/2705).

11. Tots els astrònoms admeten en major o menor grau la influència dels astres en els esdeveniments terrestres, encara que denuncien l'arbitrarietat i inconsistència de l'astrologia. Una cas semblant al de Saragossà el constitueix l'atac a l'astrologia que féu John Flamsteed, contingut en el prefaç a unes efemèrides per al 1674, que no foren mai publicades (HUNTER, 1987).

12. El manuscrit de Saragossà es troba a la Biblioteca Nacional de Madrid (Ms.8932 ff.1-56v. Les figures són als ff.67-83).

13. Ms. 9173. Al manuscrit de la Biblioteca Nacional les taules ocupen 9 folis, al final dels quals hi ha constància de l'autoria de Saragossà, així com també de la data de composició (1674), i que són dedicades al marquès de Leganés, com es lliga a l'última pàgina. La primera part del text està escrita amb una lletra diferent de la que escriu els últims folis (cap de les dues de Saragossà.).

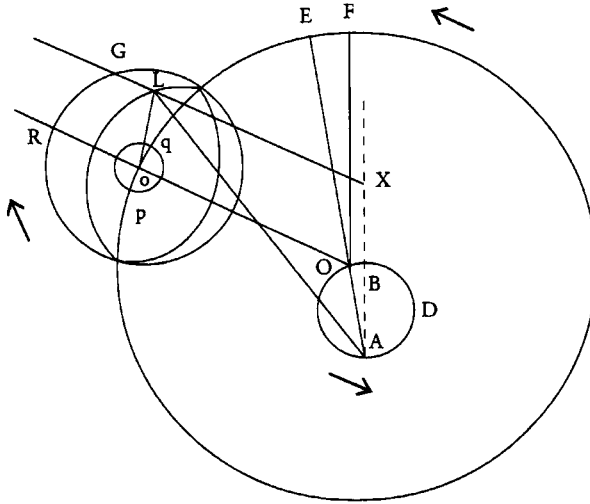


Figura 3. Model de Josep Saragossà per a la Lluna

namental fou de divulgador dels coneixements relatius a la disciplina, dels problemes que l'afectaven i de les novetats que havia anat destriant el telescopi al llarg del segle.

- La perspectiva instrumentalista pel que fa a la valoració dels diferents models planetaris, com també l'escepticisme envers la capacitat de la ciència de conèixer la realitat, que reflectí repetidament als seus manuscrits.
- L'assimilació de la síntesi de Riccioli, l'*Almagestum Novum*, pel que fa als continguts. Saragossà adoptà moltes de les solucions de Riccioli, així com també dades i paràmetres dels models planetaris. Així mateix, a través de Riccioli assumí la cosmologia dels cels fluids i el sistema del món de Tycho Brahe. Tots dos conceptes eren definidors del pensament astronòmic dels jesuïtes, i foren el resultat de la impossibilitat d'admetre el sistema heliocèntric, una vegada les novetats desvetllades pel telescopi feren insostenible el sistema ptolemaic.
- La seua competència com a observador, que provà amb escriure al seu manuscrit del cometa de 1664-1665. A l'*Esphera* hi destaca igualment el recull d'observacions contemporànies de l'aspecte físic dels planetes, així com també d'altres aspectes punyents de l'astronomia observacional (taques solars, satèl·lits de Júpiter, aspecte canviant de Saturn).

Bibliografia

- BALDINI, U. (1992), *Legem impone subactis. Studi su filosofia e scienza dei gesuiti in Italia, 1540-1632*, Roma, Bulzoni.
- CORATELO VALLEDOR, A. (1935), «El p. José de Zaragoza y la Astronomía de su tiempo». A: Asociación de Historiadores de la Ciencia Española, *Estudios sobre la Ciencia española del siglo XVII*, Madrid, Graphica Universal.

- GRANT, E. (1984), «In Defense of the Earth's Centrality and Immobility: scholastic reaction to Copernicanism in the Seventeenth Century», *Transactions of the American Philosophical Society*, 74.
- GRANT, E. (1994), *Planets, Stars and Orbs. The medieval Cosmos, 1200-1687*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HARRIS, S. J. (1988), *Jesuit Ideology and Jesuit Science: Scientific activity in the Society of Jesus, 1540-1733*, Tesi doctoral, Universitat de Wisconsin-Madison.
- HUNTER, M. (1987), «Science and Astrology in Seventeenth Century England: an unpublished polemic by John Flamsteed». A: CURRY, P. (ed.), *Astrology, Science and Society Historical Essays*, Woodbridge, the Boydell Press.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979), *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor.
- NAVARRO BROTONS, V. (1972), «Inventario de los manuscritos científicos que figuran en la Biblioteca Mayansiana». A: *I Congreso de Historia del País Valenciano* (1971), València.
- NAVARRO BROTONS, V. (1985), *Tradició i canvi científic al País Valencià modern*, València, Tres i Quatre.
- NAVARRO BROTONS, V. (1996), «La ciencia en la España del siglo XVII. El cultivo de las disciplinas físico-matemáticas», *Arbor*, 153, p. 197-252.
- NAVARRO BROTONS, V. i ROSSELLÓ BOTEY, V. (en premsa), «Antecedents i orígens de la renovació científica valenciana de les darreries del segle XVII». A: *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.
- RICCIOLI, G. B. (1651), *Almagestum Novum*. Bolonya, H. Victorij Benatij.
- ROSSELLÓ BOTEY, V. (2000), *Tradició i canvi científic en l'astronomia espanyola del segle XVII*, Madrid, Biblioteca Nueva/Universitat de València.
- SARAGOSSÀ, J. (1675), *Esphera en comun celeste y terraquea*, Madrid, Juan Martín del Barrio.
- THOREN, V. E. (1989), «Tycho Brahe». A: TATON, R. i WILSON, C. (eds.), *Planetary Astronomy from the Renaissance to the rise of Astrophysics. Part A: from Tycho Brahe to Newton*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 3-22.
- VAN HELDEN, A. (1989), «Galileo, Telescopic Astronomy and the Copernican System». A: TATON, R.; WILSON, C. (ed.), *Planetary Astronomy from the Renaissance to the rise of Astrophysics. Part A: from Tycho Brahe to Newton*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, p. 81-105.
- WILSON, C. (1970), «From Kepler Laws, so-called, to Universal Gravitation: Empirical Factors», *Archive for the History of Exact Sciences*, 6, p. 89-170.

EL PROCESO CÍCLICO DIALÉCTICO EN EL DESARROLLO DE LA TEORÍA DE SUMACIÓN DE SERIES INFINITAS

Carlos Sánchez Fernández

Facultad de Matemática y Computación. Universidad de la Habana. Cuba

Palabras clave: *análisis matemático, series sumables, Rey Pastor*

The *dialectic cyclical process* in the development of the theory of summation of infinite series.

Summary: *The main objective of this work is to explain the dialectic cyclical process present in the development of the theory of summable series. We differentiate three stages in the evolution of the systematization mode and use of divergent series: the first (ingenuousness) c.1680-1780, the second (radicalism) c.1780-1880 and the third (maturity) c.1880-1940. We emphasize the rôle of Julio Rey Pastor's works in the stage of maturity.*

Key words: *mathematical analysis, summable series, Rey Pastor.*

Dialéctica del desarrollo de la teoría de series divergentes

En la Historia de la Matemática pueden encontrarse muchos ejemplos de uso temprano de las series numéricas. Son bien conocidos los trabajos de la escuela francesa medieval y la demostración de la divergencia de la serie armónica por Pietro Mengoli. Pero un uso sistemático de las series infinitas como herramienta efectiva en los problemas geométricos, no aparece hasta que el nuevo cálculo de diferencias y de fluxiones lo requiere para dar respuesta a las exigencias de la práctica en la época de la Revolución Científica.

Las series de funciones aparecen en el cálculo infinitesimal para facilitar el manejo analítico de ciertas funciones *rebeldes*. El éxito que se obtuvo con el uso de estas nuevas técnicas en la resolución de los problemas importantes asociados con el desarrollo de la mecánica y la física newtoniana, promovió una vehemente competencia en la que se generaron paradojas y contradicciones.

En el siglo XVIII se llegó a cierto consenso con relación al uso de las sumas infinitas y, en particular, de la práctica con las *series de potencias* se infería que:

1. Las series son parte esencial e imprescindible del cálculo infinitesimal,
2. Las series constituyen una extensión del álgebra de polinomios,
3. Toda función puede representarse en forma de serie.

Pero también se consideraron ideas más audaces que no gozaron de la aceptación de todos; por ejemplo, que:

1. Toda serie posee una *única* función generatriz,
2. Una serie, *aunque sea divergente*, puede ser útil para aproximaciones numéricas,
3. Una serie puede representar una función en operaciones analíticas, *incluso siendo divergente*.

Es bien conocido que Euler fue un paladín defensor de todas estas ideas, tanto las comúnmente aceptadas, como las más audaces; y que era consciente del riesgo de usar series divergentes, aunque consideraba preferible arriesgarse al error antes de dejar un problema sin solución.

El tratamiento que da Euler a las sumas infinitas representa el paradigma del siglo XVIII y fue reflejado como «ciencia normal» en los mejores textos de la época, hasta en la primera edición del famoso *Traité du Calcul différentiel et du Calcul intégral* de Lacroix, aparecida en 1797. Pero en la segunda edición de 1810, mostrando la precaución de otra nueva época, Lacroix va a llamar la atención sobre el hecho de que la serie no siempre tiene el valor de la función que representa, aunque mantiene la idea defendida por Euler de que la serie está asociada a la función y en cualquier operación analítica, serie y función, entran con las mismas consideraciones. Lacroix (1810, vol. 1: 4)

Este cambio, reflejado en uno de los textos más influyentes de la época, indica el comienzo de una radicalización crítica que se va a producir en la *edad de las revoluciones*, así llamada por el historiador inglés Hobsbawm (1962: 345):

No one could fail to observe that the world was transformed more radically than ever before in this era ... It is hardly surprising that patterns of thought derived from the rapid social changes, the profound revolutions, the systematic replacements of customary or traditional institutions by radical rationalist innovations, should become acceptable ...

Con relación a la sumación de series este radicalismo racionalista se observa sobre todo en la generación formada en las primeras décadas de la Ecole Polytechnique de París, donde la actitud crítica, revolucionaria, ante la situación social, se desborda hacia todos los reductos de la conciencia social y, en particular, hacia las Ciencias Matemáticas.

Pero más que preocupación por *legitimar* la designación de un valor para la suma infinita, en esta segunda etapa lo que realmente ocupa la atención de los analistas es *el problema de la representación*. El análisis de la posibilidad de representar analíticamente *funciones arbitrarias* por series de funciones elementales se hace cada vez más importante. Las técnicas eulerianas, desarrolladas en un contexto funcional más restringido, se tornan inseguras y poco fiables, sobre todo para el racionalista radical. La representación por series de Fourier sirve de muestra del tipo de problema surgido en la física matemática de principios del siglo XIX, que exigía una *rigorización del método*. Tal rigorización, para que fuese constructiva, debía *negar dialécticamente* la práctica matemática anterior, procurando eliminar una mínima parte de las soluciones dadas a los problemas priorizados del siglo XVIII. Era necesario un sacrificio en el nivel empírico, en beneficio de la elevación del nivel racional teórico.

Es completamente natural que en este momento se recrudeciera la discriminación de las series divergentes. Unos, porque comprenderían la necesidad de *legislar* acerca de los derechos de cada tipo de serie, para servir de representante de las funciones más rebeldes; tal es el caso de Abel y Cauchy, cuyos estudios promueven la cautela en el trato con series no convergentes, pero no prohíben categóricamente su servicio. Otros, porque su mentalidad estrecha no les permitía comprender el justo, y necesario, sentido dialéctico de la negación y dogmatizarían mecánicamente el rigor de los maestros, proscribiendo el uso de todo lo que no fuera comprobadamente convergente, independiente de cualquier otro valor, heurístico o práctico. La mayoría, porque el temor congénito de errar y ser estigmatizado los llevaría a autolimitarse en el uso de un instrumento cuya potencialidad era misteriosa: convencer de que una serie, siendo divergente, da una buena aproximación y sirve de representante en operaciones analíticas, no es asunto fácil, aún hoy en la era de la informática.

Por supuesto, que aquellos que continuaban priorizando el lado práctico, heurístico, del uso de las series divergentes, entraron en polémica. Pero, a diferencia de lo ocurrido en el siglo XVIII, ahora la mayoría se agrupaba al lado de los radicales. Es interesante notar cómo las comunidades científicas europeas asumieron posiciones diferentes ante esta polémica.

La generación de la Analytical Society de Cambridge, aunque fue vanguardia en la aceptación del rigor continental, estaba formada en el culto a los algoritmos, y admitía sin mucha cautela el uso de las series divergentes:

«... the attempt to exclude the use of divergent series in symbolical operations would necessarily impose a limit upon the universality of algebraic formulae and operations which is altogether contrary to the spirit of the science...» Peacocks (1833)

Así mismo se pronuncian, o actúan en base a tales convicciones, otros como A. de Morgan, J. R. Young, R. Moon, S. Earnshaw, T. Jarret. Algunos logran importantes resultados, como es el caso de Stokes (1857), quien atacó con maestría problemas cuya resolución numérica con las series divergentes era paradójicamente mucho más precisa y rápida que utilizando las series convergentes (véase Ramis, 1993).

La sociedad alemana, aún dividida, siendo económica y políticamente más débil, presenta ante la señalada polémica una gama de concepciones entramadas poco sistemáticas. M. Ohm, por ejemplo, mantenía puntos de vista más conservadores, que estaban en conflicto con Schlomilch, Grunert y Dirksen. A su vez, Grunert y Schlomilch desechaban el rigor dogmático que defendía Dirksen. Jacobi, no precisamente por *el honor del espíritu humano*, sino por sus intereses en investigaciones aplicadas, usa series asintóticas. Dirichlet, por su parte, va a procurar el rigor al estilo de la escuela francesa. (Más detalles en Burkhardt, 1911)

Aún en la Francia más revolucionaria y romántica, encontramos repetidos llamados al papel heurístico de las series divergentes. El mismo Cauchy, que tanto abogaría por el rigor, utiliza series divergentes en sus investigaciones aplicadas¹ sobre problemas de ondas, óptica y astronomía; y ya, en su madurez profesional, hasta escribe un artículo *«...para poner en evidencia las ventajas que puede ofrecer el empleo de la serie de Stirling y muchas otras series de la misma naturaleza, a pesar de su divergencia»*. Cauchy (1843).

1. Por ejemplo, en sus investigaciones sobre difracción de la luz, véase *Comptes Rendues* 15,1842, 554-556, 573-578 - Oeuvres (I) 7, 149-157.

Poisson, Navier, Lamé, Liouville, entre otros, aprobaban el uso cauteloso de las series divergentes en los problemas de integración de ecuaciones diferenciales, y no era poco frecuente que las utilizaran sin la precaución requerida.

Debemos señalar que esta polémica se mantuvo hasta finales del siglo, hasta que la acumulación de casos anómalos y rebeldes impuso la necesidad de volver a negar sobre lo negado y regresar a las condiciones iniciales del modo de sistematización sobre un nivel cualitativo superior, cerrando un ciclo dialéctico. Pero este salto cualitativo, que conlleva a la síntesis dialéctica de los principios heurísticos eulerianos y el rigor crítico-teórico, no era posible sin un desarrollo interno de la teoría de las funciones, en especial de una comprensión más amplia del problema de la representación analítica. Por otra parte, se tenían que producir mudanzas en las comunidades científicas, que son, a fin de cuentas, las que responden por la elaboración, sistematización y aplicación del saber matemático.

Todos estos cambios se van produciendo sincrónicamente, hasta que se produce el salto cualitativo. Cuando las condiciones objetivas y subjetivas *maduran* suficientemente, entonces se propicia la *modificación racional de la práctica matemática*, y las contradicciones, que modulan el desarrollo, conllevan a situaciones extremas en las que no suele haber otra salida que el cambio revolucionario del modo de sistematización.

Etapa de madurez: transformación de la teoría de series divergentes en *Ciencia normal*.
Papel de la obra de Rey Pastor.

Hemos resumido los rasgos esenciales que observamos en la génesis de la teoría de series divergentes, rasgos que ilustran el proceso cíclico dialéctico presente en la evolución del modo de sistematización del conocimiento científico:

1.º Contradicciones dialécticas, condicionantes del desarrollo del modo de sistematización (a partir de la publicación de los trabajos de Leibniz y de los Bernoulli y hasta la divulgación de las ideas de Lagrange, aproximadamente de 1680 hasta 1780)

2.º Cambios del modo de sistematización en condiciones cualitativamente nuevas (negación dialéctica, entre 1780 y 1880 aprox., sobre todo en la obra de Abel y Cauchy).

3.º Regreso a las condiciones iniciales del modo de sistematización de la teoría sobre un nivel cualitativo nuevo (negación de la negación o síntesis dialéctica, a partir de las ideas de Frobenius, Hölder y Cesàro-ver, p. e., Ferraro, 1999).

Pero esta evolución del modo de sistematización en el caso de la teoría de series divergentes no se presenta de forma aislada e independiente, sino que es reflejo en lo particular de un movimiento general que tiende al cambio en la concepción clásica sobre representación analítica y determina toda una renovación en el estilo matemático. Paralelamente al cambio en el modo de sistematización, se producen otros cambios: en el método deductivo y en la elevación del grado de formalización, en la comprensión del rigor en la demostración matemática, en el enfoque sobre la complejidad y la profundidad de las relaciones del aparato matemático de las sumas infinitas con la realidad; transformaciones en los grupos sociales que responden por la elaboración y aplicación del saber matemático. Todos estos cambios se van produciendo sincrónicamente, conformando un salto cualitativo en el desarrollo de la ma-

temática, muy semejante a lo que Ph. Kitcher ha llamado *modificación racional de la práctica matemática* (Kitcher, 1984: 163). Tales alteraciones revolucionarias precisan, para su cabal realización, del papel creador del sujeto.

«La idea-objetivo se transforma en objetivo-realizado sólo a través de la actividad del científico (...) todo objetivo es alcanzable, pero quien determina si el objetivo se ha alcanzado o no, es el científico» (Barabashev, 1983: 164-165)

Nuestro análisis histórico de las obras de la época nos indica que la figura sobresaliente, capaz de este paso revolucionario y con suficiente cultura matemática para expresarlo seductoramente, era Emile Borel (ver Sánchez Fernández, 1994).

Borel, por su formación científica, por su personalidad, por las circunstancias que lo condicionaron y las fuentes que sustentaron su hacer en la matemática, fue capaz de prender la chispa que echó a andar el potente motor que generó la energía suficiente para transformar concepciones tan arraigadas. Emile Borel, en su obra temprana de 1895 a 1901, logró llamar la atención de los más talentosos analistas de la época sobre un tema que todavía seguía siendo tan polémico como en la época de Cauchy y Abel. Desde que aparece el texto de las conferencias sobre series divergentes, que Borel dictara en la Escuela Normal Superior, y que fuera publicado en la *Colección de Monografías sobre la Teoría de Funciones* (Borel, 1901), se abrieron posibilidades preciosas para la difusión, extensión y sistematización de las ideas sobre la teoría de sumas infinitas.

Pero Borel no podía conseguir por sí sólo la transformación de la teoría en «ciencia normal». Así como tuvo precursores en Frobenius, Hölder, Cesàro y Stieltjes, Borel tuvo muchos émulos y sucesores, como Mittag-Leffler, Le Roy, Féjer, Hausdorff o Hardy, que pronto recibieron el aplauso de su comunidad. Menos conocido, aunque muy significativo, fue el aporte de Julio Rey Pastor, que generó seguidores tanto en la península española, como en la otra orilla, en Hispanoamérica.

Rey Pastor conoció la obra de Borel, seguramente, en la Biblioteca de García de Galdeano, y desde muy temprano la va a citar en sus conferencias y publicaciones, así como cita las obras clásicas de Euler y los primeros artículos de Césaro sobre sumación en la media aritmética, que también pudo encontrar allí.

Rey Pastor, en sus estancias en Alemania, había trabajado en contacto con las escuelas de Gotinga y Berlín, que seguramente estaban elaborando las ideas que más tarde le servirían a él mismo para establecer su teoría. Así como subrayó la relación con los problemas de prolongación analítica, más afines con el enfoque francés, también enfatizó la importancia del método de los momentos de la escuela alemana, en la sistematización de una teoría general de los algoritmos lineales de sumación y convergencia.

Rey Pastor tiene una obra extensa dedicada a sumación de series divergentes. Son más de 20 trabajos escritos, cursos dictados en Argentina y España, artículos científicos publicados en Argentina, Bélgica, España, Francia, Italia y Japón, además de una monografía sobre la *Teoría de los algoritmos lineales de convergencia y sumación* (Rey Pastor, 1931), que seguramente es el primer texto sistemático que aparece publicado sobre estos métodos, y que esta basado en los cursos que, desde 1926, dictó en las universidades de Buenos Aires y Madrid. Obra, esta última, que servirá de fuente principal para el trabajo de sus discípulos tanto en España como en Latinoamérica.

Establece Rey Pastor una teoría coherente de límites generalizados para integrales, funciones y sucesiones. Muestra como muchos resultados importantes se sitúan, de forma natural, como casos particulares. Así, los métodos de Euler y de Borel se ajustan en su esquema, fundamentalmente por su íntima conexión con el problema de la prolongación analítica.

La impresión tipográfica, bastante deficiente, no ayuda a decidirse a su lectura y estudio. Como el mismo Rey Pastor señala, esta accidentada edición se debe a «las dificultades de todo orden por que atraviesa la Universidad (*de Buenos Aires*); para no dilatar indefinidamente su aparición, ha sido preciso mutilar la obra, desistiendo de imprimir algunos capítulos y el estudio bibliográfico que debía complementarla.» La falta de citaciones y de una relación de literatura torna realmente difícil un estudio acucioso de las diferentes influencias que motivaron a Rey Pastor a tomar su línea de investigación. No obstante, la monografía tiene un mérito principal, y es que representa el primer intento de sistematizar una teoría general de los algoritmos de convergencia y sumación. La obra de Hardy (1949), más completa y enciclopédica, aparece 18 años más tarde, ya después de la muerte de Hardy, gracias a los esfuerzos de su amigo J. E. Littlewood por terminar la empresa que con entusiasmo había comenzado Hardy al retornar a Cambridge en 1931.

Es cierto que antes de la monografía de Rey Pastor habían aparecido otras obras, como las de Ford (1916) y Smail (1925), así como la 2ª edición del magnífico libro de Borel (1928). Ninguna de estas obras se plantea el objetivo de sistematizar la teoría de los algoritmos lineales de sumación y convergencia. También, como respuesta al interés demostrado por el tema en estas primeras décadas del siglo, habían sido publicadas las segundas ediciones ampliadas de Knopp (1924) y Bromwich (1926), pero que no son monografías sobre series divergentes, sino textos generales sobre teoría de series, donde se trata de dar una visión panorámica de la teoría y las aplicaciones, incluyendo los resultados básicos de la sumación.

O sea, que la única obra que adopta como proyecto unificador el hecho de centrar el problema de la sumación y la convergencia en sus características de algoritmos lineales, partiendo de los resultados de la escuela alemana, es la monografía de Rey Pastor.

En resumen, podemos afirmar que si la publicación de la monografía de Rey Pastor no hubiera sido tan accidentada y de tan mala calidad tipográfica, sería hoy justamente señalada como la precursora y mejor orientada monografía sobre el enfoque funcional de la teoría de series divergentes. Si no es así es porque, además de editarse en la Universidad de Buenos Aires como una publicación interna y con deficiencias notables, su objetivo era sólo que sirviera de base a los estudios de sus alumnos tanto en Argentina como en España. Este objetivo fue conseguido en la obra de Ricardo San Juan, J. C. Vignaux, Durañona y Vedia y varios más, en una y otra orilla.²

Los discípulos de Rey Pastor, desde las dos orillas, se esforzaron en obtener resonancia internacional, pero también con poco éxito. ¿Cuál fue la razón de este aparente fracaso? Una respuesta definitiva implicaría un estudio profundo y más detallado del contexto social internacional y de los paradigmas que prevalecían en su momento. A nuestro modesto

2. No quisiera dejar de mencionar la obra de un hijo de Cataluña, *Ferran Sunyer i Balaguer* (1912-1967), quien tempranamente, desde 1939, llegó a publicar varios trabajos interesantes sobre fórmulas de sumabilidad y series lagunares. Creemos que indirectamente, a través sobre todo del discípulo principal de Rey Pastor, Ricardo San Juan (1908-1969) las ideas de Rey penetraron en Sunyer (Malet, 1995). Pero aún no hemos podido realizar esta investigación que nos aclararía el papel de Ferran Sunyer dentro de la comunidad española, y especialmente catalana, en la divulgación y sistematización de las ideas sobre series sumables.

entender, la obra de Rey Pastor se enmarca perfectamente en las líneas principales de desarrollo matemático de la época. Su producción en esta dirección no llegó tardía, como alguno de sus biógrafos ha señalado. Para documentar esta afirmación, baste, quizás, un dato: en el estudio enciclopédico de K. Zeller, junto con W. Beekman, de todas las obras publicadas entre 1880 y 1965 sobre procesos de sumación y convergencia, los trabajos referidos correspondientes a los años 1916-1925 ocupan 6 páginas, mientras que los correspondientes a los años 1926-1935 ocupan casi 25 páginas. O sea, en el momento que aparecieron las principales obras de Rey Pastor, el interés sobre el tema se había multiplicado cuatro veces. Aunque sea válido considerar otros factores cualitativos que pudieron incidir en estas cifras, no cabe duda que al menos no se había perdido el interés por esta línea de investigación.

Rey Pastor no llegó tarde a la palestra internacional con sus trabajos sobre series divergentes. Quizás sea válido decirlo sobre sus trabajos en Geometría, pero de ninguna forma en esta dirección. La promoción de su obra no se consiguió por otras razones, no precisamente asociadas con la calidad y actualidad. Consideramos que aún quedan varios problemas por dilucidar para llegar a revalorizar justamente el esfuerzo de Julio Rey Pastor y sus discípulos en la sistematización de la teoría de series divergentes como Ciencia Normal (véase Español, L. & Sánchez, C., 2001).

Bibliografía

- BARABACHEV, A. G. (1983), *Dialéctica del desarrollo del saber matemático*, Moscú, Univ. de Moscú (en ruso).
- BOREL, E. (1901), *Leçons sur les séries divergentes*, 2ª ed. 1928, París, Gauthier-Villars.
- BROMWICH, T. J. (1926), *An Introduction to the theory of infinite series*, 2ª ed., London.
- BURKHARDT, H. (1911), «Über den Gebräuch divergentes reihen in der Zeit von 1750-1860», *Math. Annalen*, 70, 169-206.
- CAUCHY, A. (1843), «Sur l'emploi légitime des séries divergentes», *Comp. Rend.*, 17, 370-376.
- ESPAÑOL, L. & SÁNCHEZ, C. (2001), «Julio Rey Pastor y la Teoría de Sumación de Series Divergentes», *LLULL*, 24.
- FERRARO, G. (1999), «The first modern definition of the sum of a divergent series: an aspect of the rise of 20th century Mathematics», *Archiv Hist. Exact Sc.*, 54, 104-135.
- FORD, W. B. (1918), *Studies on divergent series and summability*, New York, Univ. of Michigan.
- HARDY, G. H. (1949), *Divergent Series*, Oxford, Clarendon Press.
- HOBBSBAWN, E. (1962), *The age of revolution 1789-1848*, New York, Toronto, 1962, Mentor Book.
- KITCHER, P. (1984), *The Nature of Mathematical Knowledge*, New York, Oxford Univ. Press.
- KNOPP, K. (1921), *Theory and application of infinite series*, Translated from the second german edition in 1951, London, Blackie & Son.
- LACROIX, S.F. (1797), *Traité du Calcul Differentiel et du Calcul Intégral*, 2ª ed., vol. 1, 1810. París.
- MALET, A. (1995), *Ferran Sunyer i Balaguer (1912-1967)*, Barcelona, Societat Catalana de Matemàtiques/Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.

- PEACOCKS, G. (1833), «Report on the present progress and present state of certain branches of analysis», *Brit. Assoc. Reports*, 3, 188-282.
- RAMIS, J. P. (1993), *Séries Divergentes et Théories Asymptotiques*, París, Societé Mathématique de France/Institut Henri Poincaré.
- REY PASTOR, J. (1931), *Teoría de los algoritmos lineales de convergencia y sumación*, Buenos Aires, Imprenta de la Univ. de B. Aires.
- SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, C. (1994), «Revalorización de la obra temprana de Emile Borel sobre sumación de series divergentes», *LLULL*, 17, 437-467.
- SMAIL, L. L. (1925), *History and synopsis of the theory of summable infinity process*, Eugene, Oregon Univ. Press.
- STOKES, G. (1857) «On the numerical calculation of a class of definite integrals and infinite series», *Trans. Cambridge Phil. Soc.*, 9, 166-187.
- TUCCARONE, J. (1973) «The development of the theory of summable divergent series from 1880 to 1925», *Arch. Hist. Exact Sc.*, 10, 1-40.
- ZELLER, K. & BECKMANN, W. (1970), *Theorie der limitierungsverfahren*, Ergebnisse der Mathematik und ihrer grenzgebiete, 15, Berlin, Springer Verlag.

LA SECCIÓ METEOROLÒGICA DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE

José Germán Solé Micolau (3); Josep Batlló Ortiz (1 i 2); Luis Felipe Alberca Silva (3)

(1) Departament de Matemàtica Aplicada I. ETSEIB. UPC; (2) Departament de Geodinàmica i Geofísica. UB; (3) Observatori de l'Ebre, CSIC, Universitat Ramon Llull; Observatori de l'Ebre, CSIC, Universitat Ramon Llull.

Paraules clau: *meteorologia, instruments meteorològics.*

The Meteorological Section of the Observatori de l'Ebre

Summary: From its foundation in 1904, the Observatori de l'Ebre has a Meteorological Section in which the record and measurement of the most important meteorological parameters has been done up to now. Some of these data can be linked with the data obtained at the Theological and Philosophical Faculties that the Society of Jesus had at neighbourhood of the actual Observatori site and can be extended until 1880. This work presents the instruments used in order to carry out the meteorological measurements. Some of them are described in the publications referred to the observatory's inauguration.

Key words: *meteorology, meteorological instruments.*

Des de la seva fundació l'any 1904, l'Observatori de l'Ebre va crear una secció de meteorologia en la qual es mesuraven i enregistraven les variables meteorològiques més importants. Algunes de les sèries d'aquestes dades empalmen amb d'altres obtingudes a l'Estació Meteorològica de les facultats de Filosofia i Teologia del barri de Jesús de Tortosa, que es van començar a recollir l'any 1880. Això permet allargar aquestes sèries a força anys de finals del segle passat. El nombre d'anys recuperable varia d'un paràmetre a l'altre. En aquest treball es presenta la instrumentació utilitzada per fer les mesures dels principals paràmetres meteorològics que figuren ja en la inauguració de l'Observatori, la seva evolució i l'estat actual de conservació. També s'informa breument dels registres conservats.

Introducció

L'Observatori de l'Ebre es dedica des del seu inici a l'estudi de les relacions entre els fenòmens solars i terrestres. És, per tant, natural, que des del principi es pensés en crear

una Secció Meteorològica per tal d'enregistrar les principals variables meteorològiques. Per a realitzar aquesta activitat, la Secció Meteorològica es va dotar dels següents instruments (Puig, 1927; Butlletí Mensual de l'Observatori de l'Ebre. Vol. 1, núm 1, 1910):

- pressió: baròmetres Tonnelot i Fortín, baròmetre en registrador Richard i aneroides compensat Pertuis.
- temperatura i humitat: termòmetre de mínima de Rutherford, termòmetre de màxima Negretti, psicròmetre format per un termòmetre de bola seca i un altre de bola humida, evaporímetre Piche, així com els en registradors Richard de temperatura, humitat i evaporació.
- pluja: pluviòmetre Tonnelot i pluviòmetre registrador Hellmann.
- hores de sol: heliògraf Richard Sunshine-register
- mesures de vent: anemoscopi i anemòmetre.
- mesures de la velocitat i direcció dels núvols: nefoscopi de refracció i agulla nefoscòpica de Besson.

Com es pot comprovar, l'estació meteorològica amb què es va començar a funcionar era una de les més completes de la seva època, ja que es tenien dades de pressió, temperatura, humitat, tensió de vapor, evaporació, pluja, vent (direcció i velocitat), hores d'insolació i núvols. A més, els primers anys es realitzaven altres mesures: actinomètriques i de polarització. També es realitzaven mesures d'electricitat atmosfèrica, que ja van ser tractades en una comunicació anterior (Batlló i Alberca, 2000).

En general, el registre dels paràmetres meteorològics de l'Observatori de l'Ebre es pot dividir en 4 gran períodes, degut a canvis bé en l'emplaçament dels instruments, bé en el canvi en les hores d'observació i en la discretització de les dades. Aquests canvis es detallen a la taula I. El primer grup (1880-1905) correspon al període d'observació que es va realitzar al barri de Jesús. Aquesta estació, però, no era tan completa com la de l'Observatori. Des de 1905 fins a 1919 les observacions es feien a les 7,14 i 21 hores, mentre que a l'any 1920 van passar a realitzar-se a les 8, 14 i 21 hores. Des de 1942 fins a l'actualitat la majoria dels paràmetres, a més de les observacions directes a les hores dels comunicats, es mesuren sobre les bandes, i així s'aconsegueix tenir valors horaris. La publicació dels diferents butlletins de la

Paràmetre	1880-1905	1905-1919	1920-1941	1942-2000
Temperatura	9,15, T_{\max}, T_{\min}	7,14,21, T_{\max}, T_{\min}	8,14,21, T_{\max}, T_{\min}	H T_{\max}, T_{\min}
Pressió	9,15	7,14,21	8,14,21	H
Humitat relativa	9,15	7,14,21	8,14,21	H
Pluja	D	D	D	Cada 6 hores
Insolació	N	D	D fins 1937	Cada 4 hores
Direcció vent	9,15	7,14,21	8,14,21	H
Velocitat vent	9,15 (des de 1892)	7,14,21, ràfega màxima	8,14,21, ràfega màxima	H, ràfega màxima

Taula I. Períodes d'observació i discretització de les principals variables meteorològiques.

Secció Meteorològica entre el 1910 i el 1962 permet resseguir els canvis tant en la instrumentació com en el tipus de dades i temps de mesura.

L'homogeneïtat de les sèries entre els dos emplaçaments (barri de Jesús i Observatori de l'Ebre) va ser estudiada en el cas de la pluja (Almarza, 1996), i es va determinar que, per a tenir una millor coherència, calia multiplicar per un factor 1.2 la pluja anual mesurada al barri de Jesús.

Des de 1923 fins a 1975 es van realitzar observacions de la distribució de vents en alçada mitjançant globus pilots, que es llençaven, si les condicions meteorològiques ho permetien, al voltant de les 7 h. del matí. A partir del mes de maig de 1957, es canvia l'hora del llançament dels globus, que passa a fer-se al voltant de les 11 h., per fer-se finalment cap a les 12 h. En aquesta pràctica, es procurava seguir la trajectòria dels globus fins als 6000 m amb l'ajut de teodolits (models Hartmann-Braun i Bamberg).

Instrumentació

Repassem amb cert detall els instruments que es varen instal·lar a l'inici de la Secció Meteorològica, entre els que destacarem els que podríem qualificar com a menys comuns, tot indicant-ne l'estat de conservació.

La temperatura es mesura amb diversos termòmetres, de màxima i de mínima, com ja hem apuntat abans, i també amb termògrafs, que enregistren la variació contínua de la temperatura. La pressió atmosfèrica es mesura mitjançant els baròmetres i barògrafs.

Per tal de realitzar les mesures de la intensitat de la radiació solar, o actinometria, l'Observatori disposava d'un actinòmetre d'Aragó i d'un pirheliòmetre Angstrom, del qual se'n conserven algunes parts. Aquest darrer instrument es presenta a la figura 1.

El nombre d'hores de sol o insolació es mesurava amb un heliògraf Richard (figura 2), que és una capsa cilíndrica de metall amb una esclatxa dirigida constantment cap al Sol i

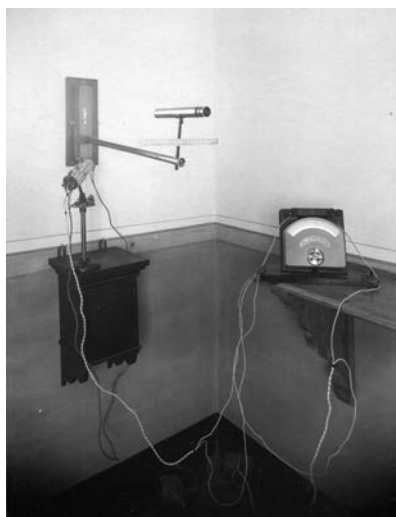


Figura 1. Pirheliòmetre Angstrom.

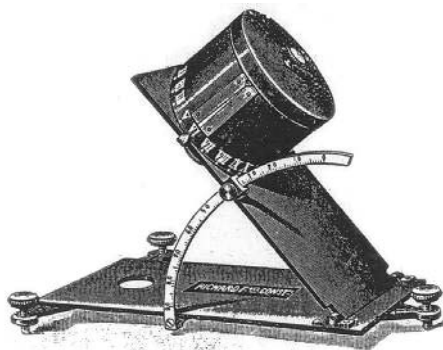


Figura 2. Heliògraf Richard.

amb una banda de paper ferroprussiat. Si per l'esclatxa hi entra llum, el paper es torna de color blau, mentre que si no n'hi entra, resta de color verdós. Aquest instrument es conserva en la seva integritat.

La figura 3 presenta el fotopolarímetre Cornu, amb el qual s'estudiava la polarització de la llum provinent del Sol, que es modifica al travessar les capes d'aire de l'atmosfera. Actualment es conserva en bon estat a la biblioteca de l'Observatori.

A l'Observatori s'hi estudiaven, tant en superfície com a les capes altes de l'atmosfera, la direcció i velocitat del vent. Per a determinar el vent a les capes més baixes es disposava d'anescopis i d'anemòmetres. L'onescopi enregistra contínuament la direcció del vent sobre un full de paper que està enrotllat sobre un cilindre vertical, el qual gira juntament amb el plomall. Els anemòmetres marquen el camí recorregut pel vent durant un període determinat de temps. A manca de computadors, en aquella època s'utilitzava la roda de resul-



Figura 3. Fotopolarímetre Cornu.

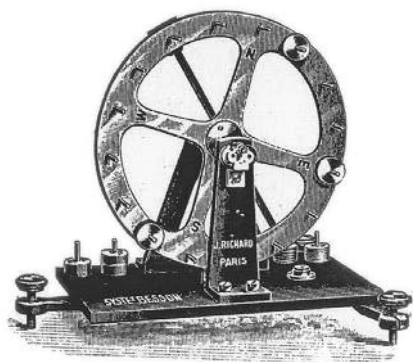


Figura 4. Roda de resultants de Besson.

tants de Besson, que es conserva en perfecte estat, per a determinar les direccions mitjanes del vent (figura 4).

Com ja s'ha mencionat, amb els teodolits es feia el seguiment dels globus meteorològics per poder determinar la variació del vent en altura. Els dos que es conserven a l'observatori es presenten a la figura 5.

L'evaporació es mesurava amb un evaporímetre Piche i un evaporímetre enregistrator Richard (figura 6), que consta d'un cilindre de metall que s'omple d'aigua i es tapa amb paper assecant, permetent així l'evaporació de l'aigua de l'interior del cilindre. Un flotador i una palanca fan que el nivell de l'aigua es marqui sobre el paper de l'enregrador. Aquest instrument també es conserva.

Per estudiar la velocitat aparent i direcció dels núvols s'empraven els nefoscopis. L'agulla nefoscòpica de Besson s'utilitzava quan els núvols estaven lluny del zenit. Estava formada per una barra vertical de ferro de 4 metres d'alçada; mentre que a la part superior n'hi havia una altra d'horizontal, disposada en creu, i amb 7 marques. La part inferior acaba en un cercle graduat a un metre del terra. Tot el sistema pot girar sobre si mateix. Escollint un punt del núvol, i mesurant el temps que triga aquest punt en passar d'una punta a l'altra dels extrems, es determina la velocitat, mentre que el cercle graduat determina la direcció (figura 7). També es disposa d'un nefoscopi portàtil (figura 8), on es treballa amb l'ombra del núvol, i sobre cercles graduats, es poden determinar la direcció i velocitat aparent dels núvols. Aquest darrer instrument es conserva en molt bon estat, mentre que l'agulla nefoscòpica de Besson es conserva desmuntada.



Figures 5 a i 5 b. Teodolits per al seguiment de globus meteorològics.



Figura 6. Evaporímetre Piché.

Pel que fa als registres, cal dir que es conserven els llibres d'observacions fetes a les Facultats de Filosofia i Teologia, i que comprenen els intervals 1880-1889 i 1892-1905. A partir d'aquest darrer any es conserven tots els registres i llibretes d'observacions, excepte un petit forat esdevingut durant la Guerra Civil.

L'estat de conservació de les bandes del registre és el següent: temperatura des de 1894 fins avui, precipitació (1905-avui), insolació (1904-avui), vent (1905-avui).

La Secció Meteorològica en l'actualitat

Actualment la Secció Meteorològica de l'Observatori de l'Ebre està operada conjuntament amb l'*Instituto Nacional de Meteorología*. Es segueixen realitzant les mesures dels paràmetres meteorològics usuals, així com mesures de contaminació atmosfèrica, radiació ultraviolada i observacions visuals de l'estat del cel, cobertura i tipus de núvols, visibilitat, etc., en les que es fa necessària la presència d'observadors experimentats.



Figura 7. Agulla nefoscòpica de Besson.



Figura 8. Nefoscopi portàtil.

Bibliografia

ALMARZA C.; LÓPEZ J..A; FLORES C. (1996), *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*, Madrid, Publicación A-143 del Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente.

BATLLÓ J.; ALBERCA L. F. (2000), «Mesura de l'electricitat atmosfèrica a l'Observatori de l'Ebre». A: BATLLÓ et al. (coord.), *Actes de les V trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Roquetes 1998)*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, p. 155-160.

BUTLLETÍ MENSUAL DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE. Vol 1, núm 1, 1910, i següents.

PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro. Idea general sobre el mismo*. Tortosa. Imprenta Moderna de Algoró y Bages.

EL CANAL D'ARAGÓ I CATALUNYA

Josep Suriol Castellví

ETS Enginyers de Camins, Canals i Ports-UPC

Paraules clau: *regadiu, canal, sifó, túnel, obra civil.*

The «Canal of Aragó i Catalunya»

Summary: During the XVIII-th and XIX-th centuries, a great development in agricultural watering took place all over Europe. Following that trend, Spain tried to improve its productivity. One of the emblematic works was the canal of Aragó i Catalunya (Huesca and Lleida, Spain). The canal was designed with a nominal discharge of 35 m³/s in order to irrigate 106.000 Ha. During its construction (1874-1907), a number of technical difficulties had to be overcome. For instance, the Sosa siphon was constructed using concrete, an innovative technique by that time. However, the construction and exploitation of the canal was done by the Spanish government.

Key words: *irrigation, canal, siphon, tunnel, civil works.*

Introducció

Al llarg del segle XVIII França i Anglaterra varen situar-se a l'avantguarda en la construcció de canals, tant per a l'ús de navegació com per a regadiu; la disponibilitat de cursos fluvials i l'orografia, relativament favorable, els permetia gaudir d'una extensa xarxa de canals. A diferència d'aquells països, al nostre calia regar no tan sols per tal d'augmentar la productivitat sinó perquè en molts indrets la collita maldava per poder arribar a termini.

Al final del segle XVIII, i atesa la migrada xarxa de comunicacions terrestres, Espanya valora la possibilitat de treure les mercaderies de les zones allunyades de la costa mitjançant canals navegables. Malgrat tot, a la segona meitat del segle XIX l'aparició i ràpid desenvolupament del ferrocarril va fer desestimar la navegació pels canals; en conseqüència, molts projectes varen ser abandonats o bé modificats. D'altra banda, cal precisar que un canal de navegació necessita d'un cabal de disseny constant al llarg del seu recorregut, mentre que el canal destinat a regadiu pot acabar essent nul; aquest fet té, òbviament, implicacions econòmiques.

La zona de l'Alt Aragó i la franja de ponent entre les províncies d'Osca i de Lleida és una zona poc afavorida per la pluja, en el sentit d'escassa i poc regular; exceptuant les valls dels Pirineus, són dues províncies amb un dèficit crònic d'aigua. Sobre l'origen i desenvolupament

pament del regadiu a l'Alt Aragó, en especial el canal Imperial d'Aragó, es pot consultar Pérez Sarrión (1984). Un projecte d'especial importància per a la zona esmentada va ser el canal d'Aragó i Catalunya que inicialment s'havia anomenat de Tamarite de Litera, tot fent al·lusió a la vila que més va lluitar per a la seva construcció.

Història del canal

La idea de construir el canal es remunta al segle XVI; malgrat tot, no serà fins l'any 1782 que Tamarite de Litera (Osca) va demanar oficialment la construcció del canal al *Consejo de Castilla*. L'any 1783, l'*Intendente de Aragón* va comissionar l'arquitecte Manuel Inchauste per tal que estudiés la possibilitat de construir-lo; el mateix any redactà un projecte que va desestimar en base als problemes tècnics derivats de l'excés de gradient hidràulic. Un segon projecte preveia agafar l'aigua d'una cota inferior. L'any 1784 el *Consejo de Castilla* ho demana a la Reina. Ambdós projectes varen restar aturats fins que a l'any 1802 l'arquitecte Francisco de Rocha va col·laborar amb Inchauste per tal de redactar el projecte que finalment va ser aprovat l'any 1808. La Guerra de la Independència i el regnat de Fernando VII varen deixar el projecte en l'oblit (Datos, 1868: 6).

Una Reial Ordre d'octubre de l'any 1831 encarrega l'estudi a la *Junta de Fomento de la Riqueza del Reino*. L'any següent demanen la concessió del canal Antonio Gassó, José Sagristá i Narciso Mercader amb la idea de formar una companyia. L'any 1834 es constitueix la *Real Compañía del Canal de Tamarite de Litera* (RCC) que, amb capital privat i amb el convenciment de la rendibilitat de l'obra, es fa càrrec del projecte. La *Real Cédula* de 25 d'abril de 1834 situa el contracte entre el Govern i la RCC al rang de Llei. L'Article 20 de la concessió estableix la perpetuïtat (Real Cédula, 1863: 8). Inicialment el projecte preveia els usos de navegació i de regadiu. L'any 1850, però, l'Estat declara caducada la concessió; la RCC porta l'assumpte als tribunals i juga fort pel fet d'haver-se-li concedit la perpetuïtat.

L'any 1864 és elegit com a únic representant de la RCC Juan de Soler i de Ferrer en una Junta General que pretén redactar el Reglament i Estatuts de l'entitat; malgrat tot, Antonio Jacinto Gassó, fill d'Antonio Gassó i que es considera representant legítim de la RCC, reclama els drets que, segons ell, li corresponen; una RO de 1863 havia sentenciat que no hi tenia cap dret, fins al punt de ser titllat d'estafador de la RCC (Acta, 1864). El mateix any s'estableix que el canal serà per a ús de regadiu i d'indústria, en lloc de navegació.

L'any 1866 l'Estat proposa un nou contracte atès que el Tribunal Suprem havia deixat, l'any 1856, sense efecte la RO de 1850 (Ejecutoria, 1856); les obres, però, haurien d'estar acabades en un termini de 10 anys. Juan de Soler consulta, l'any 1867, els advocats de les *Cortes* sobre la situació legal, la resposta és: la concessió no havia caducat el 1863 i la RC de 1834 és una Llei del *Reino* i, en conseqüència, obliga a ambdues parts al fet que hauran de posar-se d'acord per tal de modificar-lo (Dictamen, 1867).

L'any 1874 varen començar unes obres que varen ser aturades l'any 1876 quan es va renovar la concessió i va aparèixer, per primera vegada, el nom de canal d'Aragó i Catalunya (CAC); la *Sociedad Catalana de Crédito* va comprar la concessió. Atès que tan sols hi havia 20 km de canal construïts, l'Estat decideix, l'any 1892, donar per caducada definitivament la concessió i indemnitzar la concessionària (Fernández Ordoñez, 1986: 288).

És interessant destacar aquí l'activitat del jurista i polític Joaquín Costa (1846-1911) a favor de la construcció del canal. Així, al Congrés d'Agricultura, celebrat a Madrid a l'any 1880, sorgeix la polèmica pel fet de si els canals havia de construir-los l'Estat o bé els particulars. Costa aposta decididament per tal que ho faci l'Estat; entre els molts detractors hi havia Gumersindo de Vicuña, aleshores Director General d'Agricultura, que aposta per la cessió en règim semblant al de les mines. La previsió era de construir 26 canals i regar una superfície entorn a les 500.000 ha; l'enginyer de camins Eugenio Barrón considera que, si no és l'Estat qui construeix els canals, aquests no es construiran. Cal indicar que la llei d'aigües de l'any 1866 no afavoria gaire les concessionàries, mentre que la Llei de 1883 atorgava subvencions fins al 50 % del pressupost aprovat.

L'any 1892, Costa, com a president de la *Cámara Agrícola del Alto Aragón*, va fer un discurs a Tamarite de Litera en un to molt apassionat (Costa, 1975: 41 i ss) en el que defensava la seva posició tot convidant els assistents a fer pressió al Govern. Costa considerava que el canal de Tamarite de Litera era un clar reflex de la política espanyola dels darrers 70 anys; insisteix en la funció social del regadiu: pel fet que els canals no siguin rendibles als particulars, no vol dir que no puguin ser-ho a l'Estat; alhora, pregunta si és rendible la *Compañía Transatlántica*, i si són un negoci per a l'Estat els col·legis i les universitats; i l'exèrcit? El canvi de Govern, de conservador a liberal, amb Segismundo Moret com a ministre de Foment, partidari de la posició de Costa, acaba per donar llum verda a la construcció del CAC. El canal quedaria aleshores sota la tutela de la *Junta Consultiva de Caminos Canales y Puertos*, organisme vinculat al Ministeri de Foment, que estava controlat pel *Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*. Aquest fet, juntament amb la resta d'obres públiques de l'Estat, atorgaria a la corporació professional un gran poder de decisió sobre els fons públics del Ministeri de Foment.

Tal com s'ha indicat, va ser l'any 1892 quan l'Estat decideix expropiar el CAC i indemnitzar la concessionària, per obres realitzades, amb la quantitat de 3,8 milions de pessetes. (ROP, 1905: 340). Aleshores es decideix finançar la construcció del canal amb fons públics. L'any 1903 recomencen les obres, i l'any 1906 és inaugurat el CAC, encara que sense estar acabat del tot, pel rei Alfons XIII; les obres es van acabar l'any 1909. Amb posterioritat, els anys 1932, 1954 i 1968, s'han realitzat obres de manteniment i d'impermeabilització.

Descripció del canal

El canal d'Aragó i Catalunya s'inicia a l'embassament de Barasona, després anomenat de Joaquín Costa i pren les aigües del riu Éssera. Continua per la província d'Osca cap a Tamarite de Litera; després entra a la de Lleida per Alfarràs, va cap a Raïmat i torna a la província d'Osca, en direcció a Fraga, per acabar al riu Segre, prop de la Granja d'Escarp. La longitud del canal principal és de 124 km, i la desviació a Saidí és de 47 km; si se sumen les longituds de les diferents sèquies, la longitud total s'apropa a 310 km; d'altra banda, hi ha uns 65 km en obres de drenatge i sanejament (Sans, 1912: 73). El cabal de disseny a l'inici és de 35 m³/s, i a partir de la desviació a Saidí és de 16,5 m³/s, per acabar en un cabal pràcticament nul. La superfície a regar era aleshores de 106.000 ha, superfície que, òbviament, depèn del tipus de cultiu. El canal nodreix d'aigua una zona on hi ha 55 poblacions.

L'orografia de la zona que travessa el CAC és força complicada per a l'enginyeria

hidràulica; varen caldre construir 32 túnels, 14 aqüeductes, diversos ponts i sifons, a més de procurar-ne la impermeabilitat. Destaca especialment la complexitat tècnica, per a l'època, del sífó necessari per travessar la depressió del riu Sosa. A Fernández Ordoñez (1986: 296) hi ha el perfil del projecte; les seccions transversals del canal són rectangulars o bé de trapezi, en funció de l'estabilitat dels vessants; la secció dels túnels varia amb les tensions que, previsiblement, genera el terreny.

Construcció del canal

Tal com s'ha indicat, l'Estat va ser el promotor de l'obra i en conseqüència el seu propietari; actualment està sota la tutela de la *Confederación Hidrográfica del Ebro*. El projecte definitiu, basat en l'anterior d'Inchauste i Rocha, és de l'esmentat enginyer de camins Eugenio Barrón; la direcció d'obres va estar a càrrec del també enginyer de camins Rogelio de Inchaundarrieta. Pel que fa als aspectes tècnics, la presència, al llarg de bona part del traçat, de terrenys guixosos, va incrementar el cost de l'obra; així, essent els terrenys guixosos de tipus expansiu, les deformacions provocades per l'arribada d'aigua procedent de filtracions podia afectar l'estructura del canal. D'altra banda, la construcció de l'embassament de regulació va presentar dificultats tècniques, i el fort pendent en alguns trams del canal obligà a revestir-lo quasi totalment per tal d'evitar-ne l'erosió.

Una obra d'especial complexitat, per a l'època, va ser el sífó de Sosa en el que varen ser col·locats palastres impermeables de 3,80 m de diàmetre i 1 m de llargada; calia unir els tubs metàl·lics per ser, després, rodejats de formigó tant a l'interior com a l'exterior. La construcció va estar a càrrec de l'enginyer de camins i empresari José Eugenio Ribera; l'enginyer de camins Mariano Luiña (ROP, 1906:109) fa una extensa publicació sobre els detalls tècnics i constructius del sífó. D'altra banda, el diari *Heraldo de Aragón* publica una ressenya recollida en extracte a la ROP (1905: 345). Cal destacar també l'obra realitzada a l'aqüeducte de Perera de 120 m, on la solució donada al problema tècnic gaudeix, segons la publicació, d'una estètica impecable. L'ús del formigó, no gaire estès a l'època, va permetre solucionar molts dels problemes constructius; d'aquesta forma s'introduïa com un element innovador en la construcció de canals.

Explotació del canal

L'any 1867 els enginyers de camins Eugenio Barrón, Javier Boquerín, Pedro de la Sala, Gabriel Rodríguez i Manuel Riaño fan un informe sobre el cost i la productivitat previsible del canal. Es comparen els projectes de l'enginyer de camins José Álvarez (regadiu i navegació) i el de John D. Barry (regadiu). Els pressupostos, incloses les expropiacions, són de 142.347.376 rals en el cas del d'Álvarez, i d'aproximadament 120.000.000 rals en el de Barry. A l'informe es fa una comparació amb altres canals, com ara el del Llobregat, i el d'Urgell, entre d'altres. D'altra banda, si el cànon s'estableix en 0,035 rals/m³, i atès que el cabal estimat era de 32,4 m³/s i el regadiu funcionava nou mesos, aleshores els ingressos bruts haurien de ser de 26.451.495 rals i, en conseqüència, aportaria 254 rals/ha; cost del regadiu habitual en altres canals. També s'estimen 936.000 rals per al

manteniment i reparació del canal. El benefici esperat per la RCC seria de 25.451.376 rals (Informe, 1868).

L'any 1907 ja s'havien gastat en el canal 22 milions de pessetes, i quedava un crèdit disponible de 10,5 milions per tal d'acabar l'obra en el termini fixat (ROP, 1907: 434); només el sífó de Sosa va tenir un cost de 800.000 pessetes. L'enginyer de camins Vicente Garcini indica a la (ROP, 1915: 73) que el canal havia suposat una despesa pública a l'entorn dels 40 milions de pessetes; però si es volia baixar el cost per hectàrea regada, situat aleshores en més de 1.000 pessetes, i arribar a les 825 del canal Imperial d'Aragó, calien obres per valor de 6 milions; si, a més, es compta amb els interessos llavors el CAC tindria un cost superior als 50 milions de pessetes.

Quant a l'organització de la gestió del canal, una comissió s'encarregava de transmetre les necessitats de rec; els plànols de la zona estaven a l'oficina del canal a disposició del Sindicat de regants. Inchaurreandieta va dissenyar i publicar una *Cartilla* per tal que servís de marc a les relacions entre l'Estat i els regants. El preu de l'aigua per regar es va establir en 0'5 pta./1000m³; quant a la venda lliure d'aigua, el preu era de 2 pta./1000m³.

L'any 1912, en el marc del darrer Congrés Internacional d'Agricultura, l'enginyer de camins José Sans Soler presenta una ponència sobre el CAC (Sans, 1912: 73). Sans indica que algunes veus crítiques havien posat en dubte l'eficiència del canal i havien mostrat la decepció dels regants en percebre insuficient el cabal d'aigua disponible. Sans surt al pas tot mostrant les estadístiques de funcionament del canal; a més, si és el cas, es podria fàcilment transvasar les aigües sobrants del riu Noguera-Pallaresa des del coll de Foix. D'altra banda, Sans destaca el fet que podria aprofitar-se l'energia hidràulica d'alguns salts i ràpids; això permetria una font de finançament en vistes a millorar les instal·lacions; també destaca la riquesa afegida pels arbres de les riberes.

Sans inclou el reglament provisional del canal, on es deixa clar que la propietat és de l'Estat; això no ha d'estranyar a ningú, indica, atès que l'Estat ha estat el promotor de l'obra. La direcció del canal s'encarregarà de vetllar pel funcionament dels mecanismes de repartiment de l'aigua; serà responsabilitat del Sindicats de regants donar coneixement de tota alteració o avaria en aquest sentit; a la *Cartilla* del canal hi ha detalls sobre la forma de calcular el cabal necessari. Al Reglament s'indiquen els tipus d'aprofitaments objecte de pagament: aprofitaments comuns, regadiu, abastament d'aigua a les poblacions, cases aïllades i ferrocarrils, destinació a força motriu, usos industrials, transport de materials i mercaderies, a més d'altres aprofitaments, com ara la riquesa forestal afegida.

L'any 1915, el llavors Senador Jerónimo del Moral fa una intervenció al ple del Senat sobre la Memòria d'inspecció realitzada al CAC per l'enginyer de camins Vicente Garcini; del Moral afirma: «en la concessió i execució del projecte de llei d'aquest canal s'han defraudat e gran manera els interessos de la Hisenda Pública i també els dels regants, als que s'ha enganyat...» La paraula 'defraudat' va ferir la sensibilitat de Garcini. Aquest va escriure una carta a la *Revista de Obras Públicas* (ROP, 1915: 47) indicant que no volia entrar en la polèmica. Garcini atribueix la conclusió errònia del Sr. del Moral a la precipitació amb que va llegir la memòria i no pas per mala fe. El col·lectiu d'enginyers de camins fa costat a Garcini. DelMoral escriu una carta a la ROP on matisa les declaracions fetes: s'excusa d'haver utilitzat el terme 'defraudat' i considera que 'lesionat' és un terme més apropiat respecte a allò que, en realitat, volia dir.

Conclusions

- El canal d'Aragó i Catalunya reflecteix la complexitat del segle XIX pel que fa a la política estatal en matèria d'obra pública. La ja llarga polèmica sobre qui havia de finançar l'obra pública, en particular els canals, troba aquí un camp força adobat. La decidida aposta de les diferents cambres agràries pel regadiu en vistes a augmentar la productivitat generava una força social de la que l'Estat no es podia desentendre.
- La llarga lluita entre la concessionària, a la que inicialment se li havien atorgat drets en perpetuïtat, i l'Estat que, atesos els canvis de política, volia fer-se enrera, va ocasionar un retard de prop d'un segle en la construcció del canal. La baralla legal va arribar fins al Tribunal Suprem. La concessionària va acceptar la pèrdua de la perpetuïtat a canvi de subvencions directes. Finalment, però, l'any 1892 l'Estat va expropiar l'obra i va indemnitzar la concessionària fent-se càrrec de la construcció del canal.
- El traçat del canal d'Aragó i Catalunya oferia moltes dificultats tècniques i va exigir obres amb un cost proper als 50 milions de pessetes. Aquesta xifra va ser objecte de dures crítiques, per part dels contraris, respecte a que l'Estat es fes càrrec de la construcció de canals.
- L'ús del formigó, de recent aplicació a l'obra pública, va ser innovador dins de l'enginyeria civil. Al sifó de Sosa es va demostrar la seva eficàcia en permetre unes dimensions dels tubs desconegudes fins aleshores.
- El fet que l'Estat es fes càrrec de l'obra va permetre al col·lectiu professional dels Enginyers de Camins, Canals i Ports disposar de gran poder decisor en la gestió dels fons públics assignats a l'obra pel Ministeri de Foment.
- El règim d'explotació del canal va permetre disposar, a través del Sindicat de regants, d'un cabal d'aigua a un preu baix. La *Cartilla*, dissenyada pel director d'obres del canal, va permetre una organització acurada del regadiu.

Referències

- «ACTA DE LA JUNTA GENERAL celebrada por los accionistas del canal de Tamarite de Litera» (1864), Barcelona, Est. Tip. Narciso Ramírez y Rialp.
- COSTA, J. (1975), *Política hidráulica*, Madrid, Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- «DICTAMEN sobre la situación legal y derechos de la Compañía del canal de Tamarite de Litera» (1867), Madrid, Imprenta Europea.
- «DATOS y noticias sobre el canal de Tamarite de Litera» (1868), Madrid, Imprenta de Julián Peña.
- «EJECUTORIA del Tribunal Supremo del contencioso administrativo» (1856), Barcelona, Imprenta de Narciso Ramírez.
- FERNÁNDEZ ORDOÑEZ, J.A. (1986), *Catálogo de treinta canales españoles anteriores a 1900*, Madrid, Ed. CICCIP/MOPU.
- GARCINI, V. (1915), «Canal de Aragón y Cataluña», *Revista de Obras Públicas*, 63 (vol. I), 73-84, 89-100, 105-112, 131-136.

«INFORME de cinco Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos sobre el coste y productos del canal de Tamarite de Litera» (1868), Madrid, Imprenta de Manuel Galiano.

LUIÑA, M. (1906), «El sifón de Sosa», *Revista de Obras Públicas*, 54 (vol. I), 109-117.

PÉREZ SARRIÓN, G. (1984), *Agua, agricultura y sociedad en el siglo XVIII*, Zaragoza, Ed. Institución Fernando el Católico.

«REAL Cédula de la Concesión del Canal de Tamarite de Litera» (1863), Madrid, Imprenta de Manuel Galiano.

ROP (1905), «El canal de Aragón y Cataluña», *Revista de Obras Públicas*, 53 (vol. II), 340, 345-348.

ROP (1907), «Una visita al canal de Aragón y Cataluña», *Revista de Obras Públicas*, 55 (vol. I), 434.

ROP (1915), «Canal de Aragón y Cataluña», *Revista de Obras Públicas*, 63 (vol. I), 47-48.

SANS SOLER, J. (1912), «Canal de Aragón y Cataluña», *Revista de Obras Públicas*, 60 (vol. I), 73-80.

LA DIFUSIÓN DE UN DISCURSO MÉDICO SOBRE EL DELITO EN LA PRENSA VALENCIANA (1875-1886)

J. Enrique Urios Verdeguer

Dpto. de Historia de la Ciencia y Documentación. Universidad de Valencia.

Palabras clave: *delito, prensa, Valencia, siglo XIX, Las Provincias, El Mercantil, enfermedad mental.*

The propagation of a medical discourse about the felony in the daily press from Valencia (1875-1886)

Summary: *The author analyses all the articles related to criminal acts published in two valencian newspapers: «El Mercantil Valenciano» (of liberal ideology) and «Las Provincias» (of conservative ideology) between 1875 and 1886. In this period, for the first time, felony is related to mental illness. Comparative analysis between both newspapers is made, pointing the interest in the medicalization of such a problem in both. Differences in the rate each newspaper gave them, their relevance, their repetition in following dates, the source, the place where the felony is committed and the type of felony are studied.*

Key words: *felony, daily press, Valencia, 19th century, criminal anthropology, Las Provincias, El Mercantil Valenciano.*

El trabajo que a continuación exponemos es continuación del presentado hace dos años en las *V Trobades* realizadas en Roquetes (Tarragona) (Urios i Salavert, 2000) y forma parte de nuestra tesis doctoral.

En esta tesis pretendemos calibrar la importancia de la posición adoptada por la sociedad española con respecto a la medicalización del delito a finales del siglo XIX.

Para ello nos basamos en las noticias aparecidas a lo largo de más de diez años en los dos periódicos valencianos más importantes de la época: *Las Provincias* y *El Mercantil*, y como es contestado este discurso desde posiciones conservadoras y liberales.

En los numerosos artículos encontrados acerca del delito en los periódicos antes mencionados, el ámbito del mismo queda circunscrito en gran parte de las ocasiones a la ciudad de Valencia y a su región, siendo el resto de noticias nacionales preferentemente de «La Corte», de Madrid, y muy escasas las de fuera de nuestras fronteras.

La extensa búsqueda realizada en ambos periódicos, con más de 8000 ejemplares consultados, creemos que nos da una amplia imagen de la visión de la sociedad, no sólo valenciana sino también española, que adopta una nueva actitud crítica acerca de un cierto tipo

de delinquentes, quienes parecen haber obrado por «fuerzas mayores», que es lo que hoy entenderíamos como enfermedad mental.

El número total de artículos contenidos en el periódico conservador *Las Provincias* a lo largo de esta década ha sido de poco más 300, mientras que en idéntico periodo en el periódico liberal *El Mercantil* encontramos alrededor de 500, lo cual podría indicar una mayor preocupación del asunto que nos ocupa por parte del periódico liberal, pero cabe recordar aquí el aprendizaje que se produce tras el vaciado de los primeros 4000 periódicos con respecto a los segundos, es decir del periódico conservador con respecto al liberal.

No obstante, en ambos periódicos encontramos gran cantidad de artículos de sumo interés en lo referente a la medicalización del delito y a la respuesta que da la sociedad de la época al respecto.

Especialistas en la materia, entre los que destacan médicos, abogados, e incluso políticos, dan sus opiniones al respecto en estos periódicos. De igual forma ambos periódicos dan también sus opiniones sobre determinados delinquentes y sobre las posibles patologías que puedan padecer y que, en determinadas circunstancias, les han llevado a cometer el delito

Los periódicos presentan muchos de sus artículos en forma de preguntas o dudas a sus lectores, reflejando así mismo la respuesta de la sociedad de la época frente a las cuestiones que se les plantean sobre la delincuencia y la criminalidad.

Como es de esperar, generalmente las respuestas vienen condicionadas por las distintas posiciones ideológicas, lo que hemos intentado mostrar a través de los diarios elegidos, pues representan la sensibilidad conservadora (*Las Provincias*) y liberal (*El Mercantil*) mayoritarias de la sociedad valenciana. Nuestro marco cronológico va de 1875 a 1886, fecha esta última crucial en la historia del delito, dado que es entonces cuando acontece el asesinato del obispo de Madrid por el cura Galeote, momento a partir del cual comienza a plantearse seriamente la estrecha relación, en multitud de ocasiones, entre ciertos tipos de demencias y cierto tipo de delitos, y encontrándose ya múltiples referencias al respecto en los años inmediatamente anteriores, que es donde hemos realizado nuestro vaciado.

Son datos pues, de poco más de una década, y corresponden a cerca de 8.000 ejemplares, ya que durante todo el periodo no se interrumpe nunca la publicación del periódico conservador y solamente, y en muy escasas ocasiones, queda interrumpida la publicación del periódico liberal, interrupciones que siempre se deben a suspensiones que llegan desde Madrid.

Para recopilar la información que nos interesa partimos de una ficha en la que incluimos la información referente a la relevancia que el artículo tiene en el periódico, el encabezamiento del mismo, la posible repetición del asunto que trata el artículo en fechas posteriores, la fuente, el lugar en donde se desarrollan los sucesos y, por supuesto, el tipo de contenido de cada uno de los artículos. Basándonos en esta ficha podemos comentar lo siguiente:

- la relevancia indicada por la superficie aproximada que el artículo ocupa en el periódico es alta en la mayor parte de las ocasiones, y esto ocurre por igual en ambos periódicos.
- el artículo se fotocopia totalmente en la mayor parte de las ocasiones.
- no encontramos la fuente en, aproximadamente, un 65 % de las ocasiones, habiendo diferencias muy poco significativas entre ambos periódicos y, cuando aparece,

destacan sin lugar a dudas otras publicaciones. Las publicaciones más comunes que encontramos como fuente son los periódicos de Madrid.

- algunos de los artículos los encontramos repetidos en fechas sucesivas, y así, en uno de cada cinco artículos aproximadamente, se vuelve a hablar sobre un tema ya tratado en días anteriores, siendo la proporción (alrededor de un 20 %) prácticamente igual para los dos periódicos, quedando excluidos de este cómputo la publicidad y los anuncios, dado que éstos se repiten en diferentes ocasiones a lo largo de varias fechas, limitándonos a poner únicamente una de ellas.
- el encabezamiento de los artículos es, aproximadamente en la mitad de los casos, un titular.
- en lo que se refiere al lugar en dónde se desarrollan los sucesos, encontramos diferencias muy significativas entre ambos periódicos, las cuales podemos ilustrar en la siguiente tabla comparativa:

Lugar	<i>Las Provincias</i>	<i>El Mercantil</i>
Ciudad de Valencia	23,62 %	8,35 %
Provincia de Valencia (excluida capital)	24,92 %	19,86 %
Región de Valencia (excluida provincia)	10,68 %	4,74 %
España (excluida región de Valencia)	23,30 %	45,60 %
Colonias y Territorios de Ultramar	0,97 %	1,35 %
Europa	7,12 %	14,00 %
Resto del mundo	2,59 %	1,81 %
Sin identificar/ No consta	0,65 %	2,03 %
Publicidad (es decir, los anuncios que aparecen en la última página de los dos periódicos)	6,15 %	2,26 %

Cabe destacar aquí el gran predominio de artículos locales que encontramos en *Las Provincias*, dado que constituyen prácticamente la mitad del total los que acontecen en Valencia y su provincia, llegando hasta un 59,25 % cuando le añadimos los acaecidos en las provincias de Castellón y Alicante.

Esta cifra contrasta con el 32,95 % de artículos encontrados en *El Mercantil* referentes a la región de Valencia. Por tanto, encontramos el doble de artículos locales en *Las Provincias* que en *El Mercantil*.

Por otra parte, es de destacar el carácter más abierto de *El Mercantil*, dado que recoge un gran número de artículos acerca de diferentes delitos en España, concretamente un 45,60 %, cifra que dobla el 23,30 % que encontramos en *Las Provincias*.¹

Este carácter eminentemente local del periódico conservador, en contraste con el talante más abierto hacia el resto de la sociedad de la época del periódico liberal, se reafirma cuando vemos las cifras referidas a Europa, ya que *El Mercantil* vuelve a doblar, con un 14,00 % a *Las Provincias*, que presenta tan solo un 7,12 % de artículos sobre temas europeos.

1. Buena parte de los datos referidos al periódico *Las Provincias* ya fueron expuestos en la comunicación antes citada.

- el apartado más importante es, sin lugar a dudas, el referido a los contenidos. En este apartado pueden surgir dudas en relación al contenido elegido, pero esto lo solucionamos mediante la conversión en palabras clave del resto de contenidos apropiados al artículo. Además, elegimos como contenido el que supone un delito mayor de todos los del artículo.

Así pues, en orden de frecuencia los contenidos quedan expuestos en la siguiente tabla.

Contenido	Las Provincias	El Mercantil	Total
Asesinatos y homicidios	28,48	23,20	51,68 %
Reos de muerte	8,41	9,46	17,87 %
Juicios	3,88	12,16	16,04 %
Peleas y riñas	2,59	9,01	11,60 %
Atentados	4,85	5,86	10,71 %
Robos y hurtos	6,15	4,05	10,20 %
Justicia y leyes	3,24	6,76	10,00 %
Publicidad y anuncios	5,83	2,25	8,08 %
Estadísticas	2,91	3,83	6,74 %
Detenciones	3,88	2,03	5,91 %
Suicidios	1,94	2,25	4,19 %

Enumeramos hasta un total de 30 contenidos diferentes, cuya relación pormenorizada no detallamos dado que la suma de los porcentajes en ambos periódicos no supera la cifra del 4 %.

La aparición de posibles nuevos contenidos a lo largo de la realización del trabajo (por ejemplo, regicidio, magnicidio, indulto, etc.) la hemos intentado subsanar mediante la introducción de éstos conceptos como palabras clave, al igual que hicimos anteriormente, a la vez que intentamos englobarlos dentro de otros contenidos de contexto más amplio.

Bibliografía:

ÁLVAREZ PELAEZ, R.; HUERTAS, R. (1987), *¿Criminales o locos? Dos peritajes psiquiátricos del Dr. Gonzalo R. Lafora*, Madrid, CSIC.

CAMPOS MARÍN, R. (1998), «La higiene mental en marcha: profilaxis, vulgarización e higiene mental en Francia y España (1918-1939)». En BALLESTER, R. (ed.): *La medicina en España y en Francia y sus relaciones con la ciencia, la tradición y los saberes tradicionales (siglos XIX a XX)*, Alicante, Universidad Miguel Hernández, 197-219.

GALERA, A. (1991), *Ciencia y delincuencia. El determinismo antropológico en la España del siglo XIX*, Sevilla, CSIC.

HARRIS, R. (1989), *Murders and Madness. Medicine, Law, and Society in the Fin de Siècle*, Oxford, Clarendon Press.

HUERTAS, R. (1987), *Locura y degeneración*, Madrid, CSIC.

HUERTAS, R. (1991), *El delincuente y su patología. Medicina, crimen y sociedad en el positivismo argentino*, Madrid, CSIC.

HUERTAS, R.; MARTÍNEZ-PÉREZ, J. (1993), «Disease and crime in Spanish positivist psychiatry», *History of Psychiatry*, iv, 459-481.

LÓPEZ-PIÑERO, J. M.; GARCÍA BALLESTER, L.; FAUS SEVILLA, P. (1964), *Medicina y Sociedad en la España del siglo XIX*, Madrid, Sociedad de estudios y publicaciones.

MARTÍNEZ-PÉREZ, J. (1998), «De la conducta excéntrica a la enfermedad mental: sobre las vías de vulgarización en España del pensamiento psiquiátrico decimonónico». En: BALLESTER, R. (ed.): *La medicina en España y en Francia y sus relaciones con la ciencia, la tradición y los saberes tradicionales (siglos XIX a XX)*, Alicante, Universidad Miguel Hernández, 147-167.

REY GONZÁLEZ, A. M. (1990), *Estudios médico-sociales sobre marginados en la España del siglo XIX*, Madrid, Ministerio de Sanidad y Consumo.

URIOS, J. E.; SALAVERT, V. (2000), «El delito en la prensa diaria valenciana de finales del siglo XIX: Las Provincias (1875-86)». En: BATLLÓ J., DE LA FUENTE, P. i PUIG, R., *Actes de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, IEC, 535-540.

L'ESPECTROSCOPI: UN INSTRUMENT BÀSIC PER A LA RECERCA EN EL SEGLE XX. CARACTERÍSTIQUES D'UN ESPECTROSCOPI DE LA FACULTAT DE FÍSICA

Santiago Vallmitjana i Ignasi Juvells

Laboratori d'Òptica. Departament de Física Aplicada i Òptica. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *espectroscopis, instruments òptics, anàlisi espectral.*

The spectroscope: a basic instrument for research in the XX century. Study of a spectroscope of the Physics Faculty.

Summary: Spectroscopes are optical instruments used for analyzing the distribution of light as function of the wavelength (spectral distribution). Nowadays spectroscopes are based on interferential or diffraction phenomena but the first devices were based on prisms and the dispersive effect when the light is refracted through glass. In this work we present firstly several historical milestones leading to the development of the spectroscope. Secondly the study of a spectroscope belonging to the Universitat de Barcelona is made. The instrument, dated from the end of the XIX century, allows to be operated with a maximum of four prisms in order to improve the spectral resolution. A description and analysis of the instrument has been carried out. Finally a study of the datation is presented.

Key words: *spectroscopes, optical instruments, spectral analysis.*

1. Introducció

Els espectroscopis són instruments òptics que s'utilitzen per analitzar la distribució d'una llum en funció de la longitud d'ona (distribució espectral). Donat que l'espectre de la llum és diferent segons el tipus de material que l'emeta, l'anàlisi espectroscòpica és molt important per a l'estudi dels materials. Així, l'espectre d'emissió d'un gas monoatòmic (per exemple, una làmpada de sodi) és discret i està format per unes determinades longituds d'ona característiques de l'àtom emissor, conseqüència de la distribució quàntica dels nivells energètics del lligam entre els electrons i el nucli. Si l'emissor està format per molècules l'espectre està constituït per bandes, com a resultat de l'energia d'enllaç entre àtoms. Finalment, si es tracta de sòlids, amb un gran nombre de connexions energètiques, l'espectre és continu.

Encara que actualment molts espectroscopis es basen en fenòmens d'interferència (interferòmetre de Fabry-Perot) o de difracció (xarxes de difracció), els primers dispositius

estaven constituïts per prismes, i es fonamentaven en la dispersió de la llum quan es refracta a través de la superfície d'un vidre.

En aquest treball es presenten, en primer lloc, una sèrie de dades que configuren l'evolució històrica que va portar a la fabricació dels espectroscopis. Seguidament es mostra un espectroscopi de prismes, que es pot datar cap a les darreries del segle XIX, que pertany a la Universitat de Barcelona. Es tracta d'un instrument que permet incorporar fins a quatre prismes per tal de millorar la seva sensibilitat espectral. Es fa una descripció de l'espectroscopi, una anàlisi del seu funcionament i un estudi que porta a la seva datació.

2. Evolució històrica de l'espectroscòpia

Fins que no es van arribar a entendre els fenòmens espectroscòpics, la possibilitat de estudiar materials a partir de la descomposició espectral de la llum i la manera d'aconseguir-la, es van produir una sèrie de descobriments que, a poc a poc, van configurar les bases d'aquesta profitosa eina de recerca. Algunes dades importants d'aquesta evolució són les següents:

- 1621. W. Snell (1580-1626) descobreix empíricament la llei de la refracció.
- 1666. I. Newton (1642-1727) descobreix la dispersió de la llum blanca a través dels prismes.
- 1690. C. Huygens (1629-1695), en el *Traité de la Lumière*, proposa un model ondulatori.
- 1746. L. Euler (1707-1783) afirma que el color de la llum depèn de la longitud d'ona.
- 1800. W. Herschel (1738-1822) descobreix la radiació infraroja.
- 1801. J. W. Ritter (1776-1810) descobreix la radiació ultraviolada.
- 1802. W. H. Wollaston (1766-1828) canvia el forat per una esclatxa al realitzar la dispersió. Observa ratlles fosques a l'espectre de l'arc iris i també la llum ultraviolada.
- 1802. T. Young (1773-1829), a partir d'un model ondulatori, explica les interferències i mesura les longituds d'ona de diferents colors espectrals.
- 1814. J. Von Fraunhofer (1787-1826) descobreix les línies fosques de l'espectre del Sol. L'any 1823 inventa l'espectroscopi de prismes.
- 1832. Brewster i Gladstone estudien ratlles d'absorció. L'any 1860 publiquen fins a 2000 ratlles.
- 1846. Zantedeschi col·loca el prisma entre dues lents.
- 1850. M. Melloni (1798-1854) estudia la radiació infraroja (descoberta per Herschel) i demostra que es comporta com la llum ordinària.
- 1859. G. R. Kirchhoff (1824-1887) descobreix que cada substància té un espectre característic. Observa 754 ratlles d'absorció en l'espectre solar.
- 1861. R. W. Bunsen (1811-1899) i el mateix Kirchhoff identifiquen els elements químics del sol a partir del seu espectre.
- 1864. Huggins i Miller estudien espectres de la Lluna. Bunsen i Kirchhoff inventen tècniques d'anàlisi en el laboratori.
- 1913. N. Bohr (1885-1962) explica l'espectre d'emissió de l'hidrogen.
- 1929. E. Hubble (1889-1953) explica el desplaçament cap el roig i neixen les noves teories cosmològiques.

3. Descripció de l'espectroscopi

L'espectroscopi està format per un trípod de ferro, seguit d'una columna de llautó, que suporta una platina circular graduada, feta del mateix metall. Adossats a la platina, amb fixació, orientació i inclinació independent, es troben tres tubs també de llautó. Un és un col·limador, per fer paral·lela la llum d'entrada; l'altre és una ullera, que serveix per observar o analitzar els espectres, i el tercer és un sistema de projecció, que superposa una escala de referència sobre l'espectre final. Sobre la mateixa platina hi ha la possibilitat de col·locar-hi des d'un prisma fins a un màxim de quatre prismes, segons la resolució que es desitgi. Emprant els quatre prismes es pot arribar a obtenir resolucions de l'ordre de l'àngstrom.

El tub del col·limador té una esclatxa regulable en amplitud i orientació, situada al focus de la lent col·limadora, de manera que la llum segueix paral·lela fins a incidir als prismes.

El conjunt de prismes produeix, a més de la desviació per refracció, la dispersió de la llum segons les longituds d'ona. Els prismes estan articulats per adaptar-se els uns amb els altres i per aconseguir la desviació mínima, necessària per a les mesures.

El tub analitzador és un telescopi enfocat a l'infinit, que forma una imatge de l'esclatxa per a cada longitud d'ona incident.

Tots els tubs poden fixar-se en qualsevol punt de la perifèria de la platina. També poden girar al voltant d'un eix vertical i tenen ajust d'inclinació.

El tercer tub està situat a la sortida de l'últim prisma. Té una escala graduada en el focus d'una lent, de manera que porta la imatge a l'infinit i la introdueix al muntatge per reflexió a la cara de sortida del darrer prisma. Això fa que es pugui superposar aquesta imatge de l'escala graduada amb l'espectre i mesurar la separació relativa entre ratlles espectral. L'escala es pot desplaçar verticalment i horitzontalment mitjançant cargols micromètrics.

La preparació o posada en estació de l'espectroscopi és complicada, a causa de la gran quantitat d'elements mòbils amb ajustament micromètric. Un cop aconseguides les condicions òptimes d'observació, cal situar davant de l'esclatxa una làmpada patró amb les longituds d'ona conegudes, per tal de tenir una correcta referència entre les línies espectrals i les divisions de l'escala graduada, ja que la seva relació no és lineal.

4. Dades del fabricant i datació de l'aparell

Jules Duboscq (1817-1886) va ser un mecànic de gran habilitat que va fabricar i perfeccionar molts instruments òptics. Fotògraf de prestigi, va inventar l'estereoscopi o «Stereo-Phantastique Bioscope», consistent en un aparell binocular per a visió tridimensional a partir d'un parell de daguerreotips estereoscòpics. Perfecciona el sacrimetre de Soleil, el regulador electromagnètic, del mateix autor, l'heliostat de Foucault, el colorímetre de Folin i el compàs de navegació líquid de Ritchie. Premiat en les exposicions universals de Londres (1851) i París (1855), va ser oficial de la Legió d'Honor. Va publicar diferents descripcions dels aparells que va construir i el llibre *Règles pratiques pour la photographie*, editat l'any 1853.

La casa Duboscq va ser constituïda l'any 1849 com una escissió de la casa Soleil. El seu fundador va ser Jules Duboscq, gendre de Soleil, que la va dirigir des de 1849 fins el

1883, any en què es va associar amb Philippe Pellin, que la va dirigir a partir de la mort de Duboscq, esdevinguda el 1886.

Tenint en compte l'escrit de la regleta que parla de *Jules Duboscq i Ph. Pellin* com associats, es podria datar l'espectroscopi en el període 1883-1886, que és quan va existir tal associació. També podria ser una mica posterior pensant en la possibilitat que el nom de l'empresa es mantingués després de la mort de Duboscq.

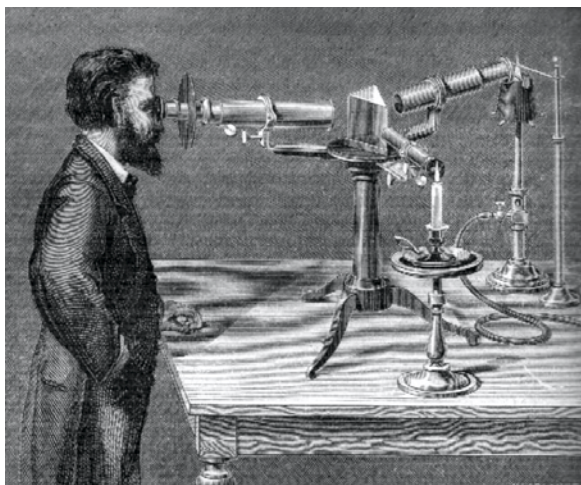
Pel que fa a la història d'aquest espectroscopi dins la Universitat de Barcelona, probablement es va fer servir com aparell de recerca durant la primera meitat de segle. Nosaltres vàrem entrar-hi en contacte amb ell cap a la segona meitat dels anys seixanta, quan s'utilitzava al laboratori d'alumnes de Física, per fer pràctiques d'Òptica. Durant molts anys, tots el alumnes de la nostra Facultat el van fer servir, fins que l'any 1993 va ser retirat i substituït per un altre de més modern, si bé no millor. Un cop restaurat (any 1993) va passar a formar part del fons d'instruments científics antics de la Facultat de Física de la Universitat de Barcelona.

Bibliografia

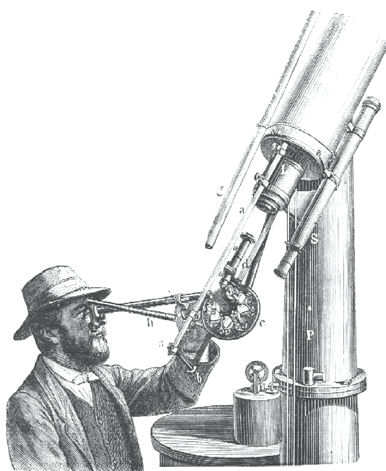
ARCIMIS, A. T. (1901), *Astronomía Popular*, Barcelona, Montaner y Simón Ed.
<http://www.bibliotheque.polytechnique.fr./bibliotheque/BioDuboscq.htm>
<http://llg.sergi5.com/musee.htm>



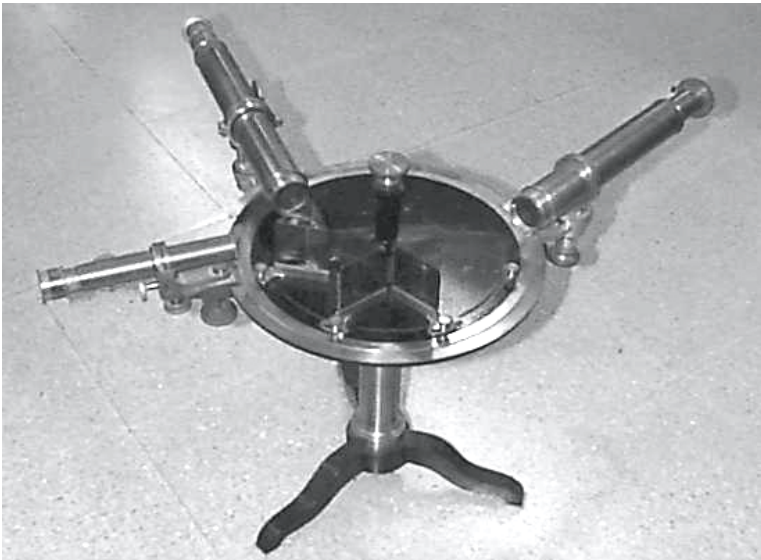
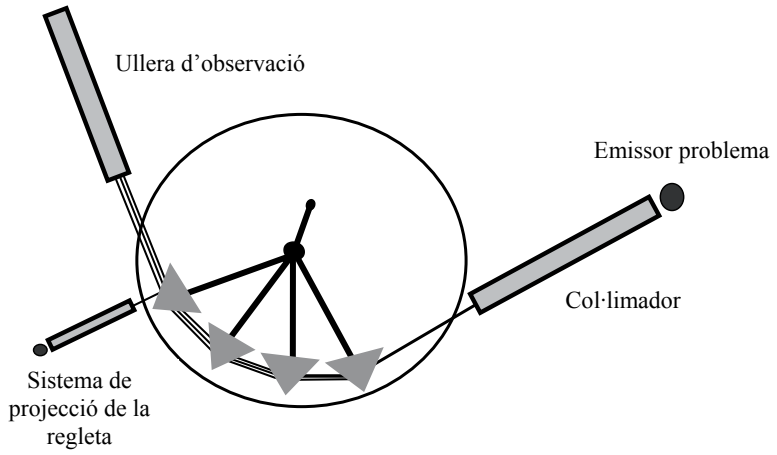
Isaac Newton mostrant la descomposició de la llum per un prisma.



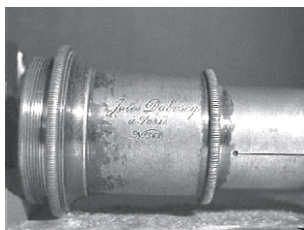
Dibuix de finals del segle XIX que representa un espectroscopi de prisma amb escala graduada (model simplificat de l'estudiat (Arcimis, 1901)).



Telescopi de Locket amb un espectroscopi acoblat (Arcimis, 1901).



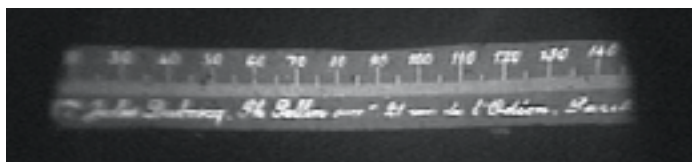
Espectroscopi: Esquema i fotografia.



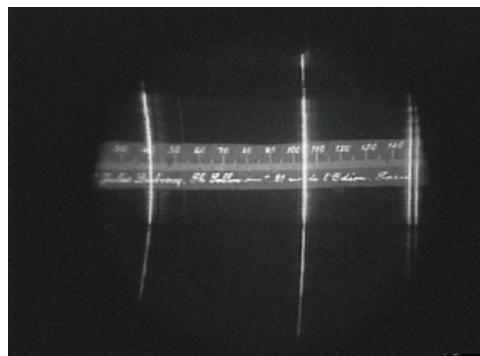
Ocular amb el nom del constructor



Ampliació del nom del constructor



Escrit a la regleta: *M. Jules Duboscq, Ph. Pellin ..., 21 Rue de l'Odeon. Paris.*



Fotografia de l'espectre del mercuri.



Fotografia ampliada de l'espectre del sodi. El doblet correspon a la ratlla groga i la diferència és de 6 Å.

LLISTA D'INSCRITS

ALABAU CALLE, JOSÉ ANTONIO
Palma de Gandia 71
46016 BENIFARAIG

ALSINA CALVÉS, JOSEP
Associació del professorat d'ensenyament
públic de Catalunya
Ausiàs Marc, 26, 3r 2a
08010 BARCELONA

ANDUAGA EGAÑA, AITOR
Goribar Auzoa, 6
20560 OÑATI

ARRIZABALAGA VALBUENA, JON
Institució «Milà i Fontanals», CSIC
Egipcíaques, 15
08001 BARCELONA

ARUMÍ, XAVIER
Ajuntament de Vic
Carrer de la Ciutat, 1
08500 VIC

BARCA SALOM, FRANCESC X.
CRHT, ETS d'Enginyeria Industrial de
Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Av. Diagonal, 647, 1r
08028 BARCELONA

BATLLÓ ORTIZ, JOSEP
Escola Universitària de Ciències
Empresarials, Dr. Manyà
Camí B, ctra simpàtica, 5
43500 TORTOSA

BENÍTEZ MERINO, FRANCESC
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

BERNABEU MESTRE, JOSEP
Departament de Salut Pública
Universitat d'Alacant
Apartat de Correus 99
03080 ALACANT

BERNAT LÓPEZ, PASQUAL
IES Cirviànum
Ausiàs March, s/n
08570 TORRELLÓ

BLANES NADAL, GEORGINA
Departament de Física Aplicada EPS Alcoi
Passeig del Viaducte, 1
03801 ALCOI

BUJOSA HOMAR, FRANCESC
Universitat de les Illes Balears
Edifici Ramon Llull
Av. del Cid, 56
07198 PALMA

CABALLER VIVES, MARÍA CINTA
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica
Industrial de San Sebastián
Universidad del País Vasco
Av. Felipe IV, 1-B
20080 DONOSTIA

CALVET ROVIRA, FRANCESC[†]
Departament Petrologia i Geoquímica
Facultat de Geologia
Universitat de Barcelona
08071 BARCELONA

CAMARASA CASTILLO, JOSEP M^a
 Departament d'Universitats, Recerca i
 Societat de la Informació
 Generalitat de Catalunya
 Via Laietana, 33, 7è 2a
 08003 BARCELONA

CAMÓS CABECERAN, AGUSTÍ
 Leiva, 49
 08014 BARCELONA

CANALS AROMÍ, M. TERESA
 Secretari Coloma, 112 1r
 08024 BARCELONA

CANTIERI HUGUET, SÍLVIA
 Gran Via, 686
 08010 BARCELONA

CASADO, SANTOS
 Residencia de Estudiantes
 Pinar, 23
 28006 MADRID

CASALS PUÏT, M. ANGELS
 IES Joan Coromines
 Carretera de la Bordeta
 08014 BARCELONA

CASTELLNOU, ENRIC
 Consell Comarcal d'Osona
 Edifici el Sucre
 Ramon d'Abadal i de Vinyals, 5 3r
 08500 VIC

CASTELLS LLAVANERA, MARINA
 Dep. Didàctica de les Ciències
 Experimentals i Matemàtica
 Universitat de Barcelona
 Passeig de la Vall d'Hebron, 171
 08035 BARCELONA

CATALÀ GORGUES, JESÚS IGNASI
 Institut d'Història de la Ciència i
 Documentació «López Piñero»
 Av. Blasco Ibáñez, 15
 46010 VALÈNCIA

CATALÀ POCH, CARMEN
 Muntaner, 83-B 3r 3^a
 08011 BARCELONA

CATALÀ POCH, M. ASSUMPCIÓ
 Muntaner, 83-B 3r 3^a
 08011 BARCELONA

CHABÀS BERGON, JOSEP
 Universitat Pompeu Fabra
 Rambla, 32
 08002 BARCELONA

CHAFER ANDREU, AITANA
 Facultat de Geografia i Història
 Universitat de València
 Avda. Blasco Ibáñez, 28
 46010 VALÈNCIA

CIFUENTES COMAMALA, LLUÍS
 Institució «Milà i Fontanals», CSIC
 Egipcíaques, 15
 08001 BARCELONA

CLOTET BALLÚS, RAMON
 Fundació Bosch i Gimpera UB
 Les Heures MBA Empreses
 Agroalimentàries
 Passeig de la Vall d'Hebrón, s/n
 08035 BARCELONA

CUELLO SUBIRANA, JOSEP
 Pisuerga 18, 1r 2^a
 08028 BARCELONA

DE LA FUENTE CULLELL, PERE
 IES Terra Roja
 Circumval·lació, 45-57
 08923 SANTA COLOMA DE GRAMANET

DE ROCAFIGUERA ESPONA,
MONTSERRAT
Fundació privada l'Esquerda UB
Bac de Roda, 6
08510 RODA DE TER

DELBRUGGE, LAURA
Indiana University of Pennsylvania
467 Sutton Hall
15705 INDIANA, PA, USA

EDGERTON, DAVID E.H.
South Kensington Campus-Imperial College
Exhibition Road
447 Sherfield Building
LONDON SW7 2AZ (Gran Bretanya)

FERNÁNDEZ CARABALLO, JOAN
ANTONI
Aldaia, 6-12
46980 PATERNA

FERRAN BOLEDA, JORDI
Taulat, 183-185 4t 3ª
08005 BARCELONA

FIGUEROLA PUJOL, IRIS ABRIL
Josep Balari, 14, planta C
08022 BARCELONA

FONT GREGORI, TICA
Diputació de Barcelona (Àrea d'Educació)
Comte d'Urgell 187
08036 BARCELONA

GÁMEZ PÉREZ, CARLES
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

GARCÍA DONCEL, MANUEL
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

GARÍN CASANOVAS, JOAN
IES Joan Oliver
Armand Obiols 2-30
08207 SABADELL

GARRIGÓS OLTRA, LLUÍS
Escola Politècnica Superior d'Alcoi UPV
Plaça Ferrandiz i Carbonell, s/n
03801 ALCOI

GASSIOT MATAS, LLUÍS
IES Emperador Carles
C/ Enric Baigès, 9
08014 BARCELONA

GIRALT SOLER, SEBASTIÀ
IES Alella
Av. Bosquet, 7
08328 ALELLA

GRAPÍ VILUMARA, PERE
IES Joan Oliver
Armand Obiols 2-30
08207 SABADELL

GUTIÉRREZ MEDINA, M. LUISA
Departament de Didàctica CCSS
Universitat de Barcelona
Pg de la Vall d'Hebron, 171, Edifici Llevant
08035 BARCELONA

HORTS FONT, PERE
IES Ramon Muntaner
Plaça Institut s/n
17600 FIGUERES

IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, ITSASO
ETS de Náutica y Máquinas Navales
Mª Díaz de Haro, 68
48920 PORTUGALETE

IGLESIAS MARTIN, Mª ASUNCIÓN
ETS de Náutica y Máquinas Navales
Mª Díaz de Haro, 68
48920 PORTUGALETE

JUVELLS PRADES, IGNASI

Facultat de Física UB

Laboratori d'òptica

Av. Diagonal, 647

08028 BARCELONA

LANUZA NAVARRO, TAYRA M^a

CARMEN

Departament d'Història de la Ciència

Av. Blasco Ibáñez 17

46010 VALÈNCIA

LLOMBART PALET, JOSEP

Universidad País Vasco/Euskal Herriko

Inibersitatea

Aptdo, 644

48080 BILBAO

LÓPEZ BORGOÑOZ, ALFONSO

Apartat de correus, 310

08860 CASTELLDEFELS

LUCAS, JOHN SCOTT

Institute for social and international studies
at portland state university

Trafalgar, 14 entl.

08010 BARCELONA

LUSA MONFORTE, GUILLERMO

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria

Industrial

Universitat Politècnica de Catalunya

Diagonal, 647, 1r

08028 BARCELONA

MALET TOMÀS, ANTONI

Departament d'Humanitats

Universitat Pompeu Fabra

Ramon Trias Fargas, 25-27

08005 BARCELONA

MARCH NOGUERA, JOAN

Can Sales, 12

07012 PALMA DE MALLORCA

MAROTO BORREGO, JOSEP VICENT

Departament de Producció Vegetal

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria

Agrària UPV

Camí de Vera, 14

46020 VALÈNCIA

MARTÍ HENNEBERG, Jordi

Universitat de Lleida

Bisbe Messeguer, s/n

25003 LLEIDA

MASSA ESTEVE, M. ROSA

Centre d'Estudis d'Història de les Ciències

Universitat Autònoma de Barcelona

08193 BELLATERRA

MATARÓ VÁZQUEZ, GEMMA

Figuera, 5 Urb. La font dels enamorats

08140 CALDES DE MONTBUI

MILLÀN VERDÚ, CARLES

Escola Politècnica Superior d'Alcoi

Plaça Ferrándiz i Carbonell, s/n

03801 ALCOI

MONTSERRAT SANGRÀ, JESÚS M.

IES Emperador Carles

Enric Bargés, 9

08014 BARCELONA

MÓRA RUBIO, GERARDO

Medio, 21

46622 TERESA DE COFRENTES

MORENO RICO XAVIER

IES Argentona

Av. Països Catalans s/n

08310 ARGENTONA

NAVARRO BROTONS, VÍCTOR

Institut d'Estudis documentals i històrics
sobre la Ciència

Facultat de Medicina

Av. Blasco Ibáñez, 17

46010 VALÈNCIA

NAVARRO LOIDI, JUAN
UBEI-IVAD
Zemoriya, 20
20013 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

NIETO GALAN, AGUSTÍ
Centre d'Estudis d'Història
de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

NORTH, JOHN
Universitat de Gröningen

NÚÑEZ ESPALLARGAS, JOSEP M.
Departament Didàctica
de les Ciències Experimentals i
Matemàtica
Universitat de Barcelona
Passeig de la Vall d'Hebron, 171
08035 BARCELONA

OCAÑA SUBIRANA, MARIA
Museu Arqueològic de l'Esquerra
Fundació Privada l'Esquerra
Bac de Roda, 6
08510 RODA DE TER

OLLICH CASTANYER, IMMA
Fundació Privada l'Esquerra UB
Bac de Roda, 6
08510 RODA DE TER

PALMA CASALS, JUST
Ajuntament de Vic
Ciutat, 1
08500 VIC

PARDO TOMÀS, JOSÉ
Institució «Milà i Fontanals», CSIC
Egipcíacues, 15
08001 BARCELONA

PAREJO FARELL, CARLES
Centre de Recursos Vallès Occidental
Escoles, 6
08290 CERDANYOLA
DEL VALLÈS

PARRA SERRA, JOSEP MANEL
Departament de Física Fonamental
Facultat de Física
Universitat de Barcelona
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

PELLÓN GONZÁLEZ, INÉS
ETS de Náutica y Máquinas Navales
Mª Díaz de Haro, 68
48920 PORTUGALETE-VIZCAYA

PINYOL TORRENTS, RAMON
Universitat de Vic
Sagrada Família, 7
08500 VIC

PLA BRUNET, JOAQUIM
Universitat de Vic
Sagrada Família, 7
08500 VIC

PORRES DE MATEO, BEATRIZ
Comité Économique et Social
2, rue Ravenstein
B-1000 BRUXELLES (Bélgica)

PUIG AGUILAR, ROSER
Departament Filologia Semítica (Àrab)
Universitat de Barcelona
Gran Via, 585
08007 BARCELONA

PUIG PLA, CARLES
ETS d'Enginyeria Industrial
de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

PUMAROLA BATLLE, MARTÍ
Facultat de Veterinària
Campus UAB
08193 BELLATERRA

RÁFOLS CASAMADA, JOAN
Av. República Argentina, 54, 3r 2n
08023 BARCELONA

RECASENS GALLART, EDUARD
Escola Universitària Enginyeria Tècnica
Industrial de Terrassa
Universitat Politècnica de Catalunya
Colom, 1
08222 TERRASSA

RIUS PINIÉS, MÒNICA
Departament Filologia Semítica
(Àrab)
Universitat de Barcelona
Gran Via, 585
08007 BARCELONA

ROCA ROSELL, ANTONI
ETS d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

RODRÍGUEZ MIMBIELA, SERGIO
Mediterráneo, 4, porta 7
46011 VALÈNCIA

ROMERO BARÓ, JOSEP MARIA
Facultat de Filosofia UB
Baldri Reixac, s/n
08028 BARCELONA

ROMERO VALLHONESTA, M^a DE
FÁTIMA
IES Alexandre Satorras
Av. Velòdrom, 37
08304 MATARÓ

ROMEU FIGUEROLA, ANTONI
Universitat Rovira i Virgili
Pl. Imperial Tarraco, 1
43005 TARRAGONA

ROQUÉ RODRÍGUEZ, XAVIER
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
Edifici Cc
08193 BELLATERRA

ROSSELLÓ BOTEY, VICTÒRIA
Canal 9
Polígon Accés Ademuz, s/n
46100 VALÈNCIA

SALAVERT FABIANI, VICENT L.
Departament d'Història de la Ciència i
Documentació
Facultat de Medicina i Odontologia
Av. Blasco Ibáñez, 15
46010 VALÈNCIA

SALLENT DEL COLOMBO, EMMA
Universitat de Barcelona
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, CARLOS
Facultat de Matemàtica
Universidad de la Habana
San Lazaro y L. Colina Universitaria
10400 Municipio Plaza de la Revolución

SANCLEMENTE LORÉS, ANA M.
Sto. Cristo de los Milagros, 7 2º Centro
22004 HUESCA

SENDRA MOCHOLÍ, CRISTINA
Dept. d'Història de la Ciència i
Documentació
Universitat de València
Av. Blasco Ibáñez, 15
46010 VALÈNCIA

SERVAT SUSAGNE, JORDI
Departament Didàctica de les Ciències
Experimentals i Matemàtica
Universitat de Barcelona
Passeig de la Vall d'Hebron, 171
08035 BARCELONA

SURIÑACH CORNET, EMMA
Departament de Geodinàmica i Geofísica
Martí i Franquès, s/n
08028 BARCELONA

SURIOL CASTELLVÍ, JOSEP
Universitat Politècnica de Catalunya
Jordi Girona Salgado, 1-3
08034 BARCELONA

TORMO FERRIOLS, FRANCISCO JOSÉ
Francisco Almarche, 17 bajos
46910 BENETUSSER

URIOS VERDEGUER, JOSÉ ENRIQUE
Av. Mare Nostrum, 3, bloque 5, esc 3 pta 10
46120 ALBORAIA

VALLMITJANA RICO, SANTIAGO
Laboratori d'Òptica
Departament de Física Aplicada i Òptica
Facultat de Física
Av. Diagonal, 647
08028 BARCELONA

VENDRELL CIRERA, ROBERT
Universitat de Vic
Sagrada Família, 7
08500 VIC

VICENS ESCUER, ALBERT
Universitat de Vic
Sagrada Família, 7
08500 VIC

VIDAL HERNÁNDEZ, JOSEP M.
Institut Menorquí d'Estudis
Nou 35, 3r
07701 MAÓ

XAPELLÍ PALÀ, JOAN
Balmes, 106 2n 1ª
08008 BARCELONA

ZARZOSO, ALFONS
Institut Universitari d'Història
Universitat Pompeu Fabra
Ramon Trias Fargas, 25-27
08005 BARCELONA

ÍNDIX D'AUTORS

- ALABAU CALLE, José Antonio, 203
ALBERCA SILVA, Luis Felipe, 483
ANDUAGA EGAÑA, Aitor, 209
BARCA SALOM, Francesc X., 121
BATLLÓ ORTIZ, Josep, 9, 215, 483
BERNAT LÓPEZ, Pasqual, 9, 79
CABALLER VIVES, Maria Cinta, 225
CADEFÀU SURROCA, Trini, 233
CALVET ROVIRA, Francesc, 239, 259
CAMÓS CABECERAN, Agustí, 269
CANALS AROMÍ, M. Teresa, 277
CASADO, Santos, 29
CATALÀ GORGUES, Jesús Ignasi, 281
CATALÀ POCH, M. Assumpció, 233
CHABÁS BERGÓN, Josep, 287
CIFUENTES COMAMALA, Lluís, 87
CLOTET BALLÚS, Ramon, 295
DE FRANCISCO MONEO, José Ramón, 361
DE ROCAFIGUERA ESPONA, Montserrat, 429
DELBRUGGE, Laura, 301
EDGERTON, David E.H., 57
FERRAN BOLEDA, Jordi, 307
GARCIA VALLVÉ, Santiago, 313
GIRALT SOLER, Sebastià, 319
GÓMEZ-GRAS, D., 239
GRAPÍ VILUMARA, Pere, 327
GUTIÉRREZ MEDINA, M. Luisa, 337
IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, Itsaso, 353
IGLESIAS MARTÍN, M^a Asunción, 345
JUVELLS PRADES, Ignasi, 361
LANUZA NAVARRO, TAYRA M^a Carmen, 369
LLOMBART PALET, Josep, 353
LUCAS, John Scott, 375
LUSA MONFORTE, Guillermo, 141
LLIBRE, Jaume, 133
MARCH NOGUERA, Joan, 381
MAROTO BORREGO, Josep Vicent, 47
MASSA ESTEVE, M. Rosa, 195
MATARÓ VÁZQUEZ, Gemma, 389
MESTRES, Josep, 295
MOLINÉ, Rosa Maria, 361
MONTERO SIMÓ, Miguel Àngel, 313
MÓRA RUBIO, Gerardo, 203
NAVARRO LOIDI, Juan, 397
NORTH, John, 13
NÚÑEZ ESPALLARGAS, Josep M., 409
OCAÑA SUBIRANA, Maria, 417
OLLICH CASTANYER, Imma, 429
PARCERISA, D., 239
PARRA SERRA, Josep Manel, 437
PELLÓN GONZÁLEZ, Inés, 443
PONSATI, Dolors, 295
PUIG PLA, Carles, 151, 195
PUMAROLA BATLLE, Martí, 93
RÁFOLS CASAMADA, Joan, 97
RECASENS GALLART, Eduard, 171
RIUS PINIÉS, Mònica, 181
ROCA ROSELL, Antoni, 453
ROJAS PÉREZ, Antonio, 313
ROMERO BARÓ, Josep Maria, 461
ROMEU FIGUEROLA, Antoni, 313
ROSSELLÓ BOTEY, Victòria, 467
SALAVERT FABIANI, Vicent L., 187
SALLENT DEL COLOMBO, Emma, 437
SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, Carlos, 475
SERVAT SUSAGNE, Jordi, 409
SOLÉ MICOLAU, José Germán, 483
SUÑÉ, M, 239
SURIOL CASTELLVÍ, Josep, 491
URIOS VERDEGUER, José Enrique, 499
VALLMITJANA RICO, Santiago, 505
ZARZOSO ORELLANA, Alfons, 107



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