



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

ACTES DE LA III JORNADA SOBRE HISTÒRIA DE L'ASTRONOMIA I DE LA METEOROLOGIA

Coordinació: Pasqual BERNAT

Vic, 17 d'octubre de 2009

Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica. Dades CIP

Jornada sobre Història de l'Astronomia i la Meteorologia

(3a : 2009 : Vic)

Actes de la III Jornada sobre Història de l'Astronomia i de la Meteorologia:

Vic, 17 d'octubre de 2009

Textos en català, castellà i anglès. – Bibliografia

ISBN 978-84-9965-045-6

I. Bernat, Pasqual, dir.

II. Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica III. Títol

1. Astronomia – Història – Congressos

2. Meteorologia – Història – Congressos

52+551.5(091)(061.3)

Disseny de coberta: Miquel Terreu i Gascon.

© dels autors de les ponències

© Agrupació Astronòmica d'Osona

i Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Primera edició: febrer de 2011

Text revisat lingüísticament per Mercè Rial

Compost per Miquel Terreu i Gascon

ISBN: 978-84-9965-045-6

Dipòsit Legal: B-15839-2011

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.

SUMARI

P. BERNAT: Presentació.....	5
III Jornada sobre Història de l’Astronomia i de la Meteorologia.....	7
J. BATLLÓ: Els ciclonistes catalans.....	9
T.B. SETTLE: The Invention(s) of the Telescope [The Telescope Invented in Catalonia?] The Studies of Dr. Josep Maria Simon de Guilleuma.....	21
F.X. BARCA-SALOM: Divulgació científica per a dames: l’Astronomie des Dames de Jérôme de Lalande	41
P. BERNAT; J. SALA i ORRI: Manuel Serinanell i Mir (1909-2000), astrònom i meteoròleg vigatà	57
T. CADEFAU SURROCA; M.A. CATALÀ POCH; F. DACHS CADEFAU: Eclipsis	63
T. CADEFAU SURROCA; M.A. CATALÀ POCH: Saturn	73
E.J. CHIFRÉ i PETIT: El debat sobre el canvi climàtic i l’arribada de l’èsser humà a la Lluna a través del cinema.....	81
C. FERRAN; S. VALLMITJANA: Estudi de la qualitat d’imatge d’una ullera de llarga vista per anàlisi de l’ona emergent	93
F. MASNOU i PUNTÍ: El pare Manuel Cazador	103
J.M. OLIVER: «L’observatori català» de Rafael Patxot	111
M. PALOMARES CALDERÓN; J.M. VIÑAS RUBIO: Divulgameteo: un punto de encuentro en internet sobre la historia de la meteorología	119
C. PUIG-PLA: Astronomia i meteorologia a l’Acadèmia de Ciències de Barcelona al segle XIX	127
A. ROCA ROSELL: L’Observatori «Fabra» i els seus orígens	143

PRESENTACIÓ

El passat 17 d'octubre de 2009 se celebrava a Vic la III Jornada sobre Història de l'Astronomia i de la Meteorologia. L'objectiu, igual que en les dues edicions anteriors, era reunir els estudiosos de la història de l'astronomia i de la meteorologia en el que ja ha esdevingut un dels fòrums tradicionals de debat i de divulgació d'aquestes disciplines.

La Jornada va ser organitzada per la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Institut d'Estudis Catalans), l'Agrupació Astronòmica d'Osona i el Patronat d'Estudis Osonencs. L'acte es va iniciar amb una breu cerimònia d'inauguració en la qual van prendre la paraula els representants de les institucions organitzadores. Tot seguit es va donar pas als ponents i als conferenciants que al llarg de la Jornada van abordar una gran diversitat de temes de la història de les dues disciplines objecte d'estudi. La Jornada va comptar amb prop de cinquanta inscrits i en el seu decurs es presentaren i es debateren un total de deu comunicacions. També s'hi va realitzar un emotiu acte de recordatori de la persona i el treball científic de la doctora Maria Assumpció Català Poch, activa participant en les dues anteriors edicions de la Jornada i traspassada uns mesos abans.

Amb aquestes Actes, que abandonen el tradicional format en paper per esdevenir un recurs digital, més dels nostres temps, es vol assolir un doble objectiu. D'una banda, es tracta del recull dels treballs que es van presentar en el decurs d'aquesta Jornada. D'altra banda, aquest és un recull que representa també, d'alguna manera, la culminació material de tot el procés que ha comportat la preparació i l'organització de la Jornada, així com l'edició d'aquestes mateixes actes. Pel que fa al contingut, en primer lloc hi trobareu la conferència sobre els ciclonistes catalans pronunciada pel doctor Josep Batlló. Tot seguit hi ha la conferència del doctor Thomas Settle sobre les investigacions de Josep M. Simon Guilleuma i la possible invenció d'un telescopi a Girona. A continuació s'hi troben les comunicacions, ordenades alfabèticament segons el nom del seu autor. S'hi ha afegit, també, la comunicació Eclipsis signada per la doctora Assumpció Català Poch, per Trini Cadefau i per F. Dachs, llegida a la X Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica, i que, atès els seus continguts d'història de l'astronomia, hem cregut que seria una forma més de retre homenatge a la persona de la doctora Català.

Aquestes actes i la Jornada que representen han estat possibles, sense cap mena de dubte, gràcies a la col·laboració de moltes persones i institucions. Tots els participants a la Jornada, conferenciants, ponents i públic assistent, van fer possible que la Jornada esdevingués, una vegada més, un punt d'encontre i intercanvi de coneixement i experiència. A tots ells vull expressar-los en nom de l'organització el nostre reconeixement.

Pasqual Bernat

**III JORNADA
SOBRE HISTÒRIA
DE L'ASTRONOMIA
I DE LA METEOROLOGIA**

ELS CICLONISTES CATALANS

Josep BATLLÓ

Centro de Geofísica e Instituto D. Luís,
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
jobatlo@fc.ul.pt

Paraules clau: *tempestes tropicals, baguios, Observatori de Manila, Observatori de Betlem*

Catalan ciclonists

Summary: Catalonia has a long meteorological tradition. But it is almost unknown that Catalan meteorologists played an important role in the development of tropical meteorology. Catalan Jesuits were responsible for important meteorological observatories in Havana, Cuba, and Manila, Philippines. They were willing to mitigate the destructive effects of severe tropical storms and moved them to study these phenomena. In that way, their contribution to the early understanding of structure and behaviour of tropical cyclones and their forecasting was a bold one. This study presents the key figures of these developments: Viñes, Faura and Algué and a first valuation of the importance of their research is made.

Key words: *tropical storms, baguios, Manila Observatory, Belen Observatory*

Introducció

Sens dubte, el fenomen més espectacular de la meteorologia tropical són els ciclons. I ens resultarà curiós saber que una de les contribucions més destacades, potser la que més, tot i que ara bastant oblidada, al progrés general dels coneixements meteorològics feta per catalans sigui precisament en aquest camp. A la segona meitat del segle XIX i principis del XX jesuïtes catalans destinats a les colònies de Cuba i Filipines s'introduïren en el camp de la meteorologia, fundaren importants observatoris a l'Havana i Manila i feren contribucions capdavanteres al coneixement de l'estructura ciclònica i a la previsió del fenomen. Noms com Benet Viñes, Frederic Faura o Josep Algué, només per citar els principals, van ser reconeguts mundialment com a especialistes en aquesta matèria. En aquest treball repassarem aquest, si més no, curiós capítol de la meteorologia catalana mitjançant una revisió de les principals contribucions dels tres autors citats i procurarem valorar-lo en el seu context.

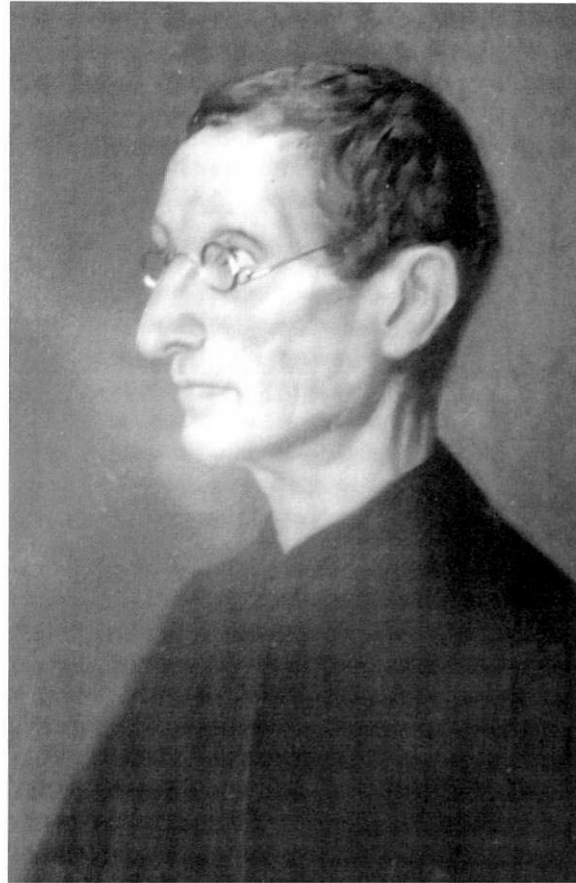


Fig. 1. Benet Viñes (1837-1893). Reproducció d'una pintura realitzada a partir d'una fotografia.

Benet Viñes

Benet Viñes Martorell ha estat, fins fa ben pocs dies, el gran desconegut de la meteorologia catalana. De fet, devem una gran part del seu redescobriment a l'interès que existeix per la seva figura a Cuba, la seva pàtria adoptiva. És allà on Benet Viñes va desenvolupar la seva tasca meteorològica i on realitzà la seva contribució fonamental a la meteorologia mundial. També és allà on resten les seves despulles i rep, any rere any, l'homenatge dels seus compatriotes cubans.

Benet Viñes va néixer a Poboleda, el Priorat, l'any 1837. Allà passà la seva infantesa fins que als 13 anys ingressà al seminari i, més tard, al noviciat de la Companyia de Jesús, l'any 1856. Els seus estudis el van portar l'any 1858 fins al Seminari de Salamanca, on després va exercir de professor de ciències entre 1861 i 1868. Entremig, el curs 1860-1861 el va passar al nou seminari obert pels jesuïtes a Lleó. Allà va tenir l'oportunitat d'estudiar física, química i matemàtiques superiors amb Antonio Cabré. Aquest eminent jesuïta acabava de retornar de Cuba, on era professor de ciències del col·legi de Betlem i va ser el primer director de l'observatori meteorològic, que s'hi acabava de fundar, entre 1857 i 1860. Ja estant a Lleó, i a imatge del que havia fet a Cuba, Cabré va posar en marxa una estació meteorològica al Seminari on podem suposar, encara que no en tenim constància, que el jove Viñes devia col·laborar en les observacions. L'any 1868, arran de la revolució i la posterior proclamació de la I República a Espanya, Viñes va seguir amb els seus companys el camí de l'exili, provocat per l'expulsió dels jesuïtes del país. S'instal·là a França on va acabar la seva formació com a jesuïta i va ser ordenat sacerdot. D'allà va anar, l'any 1870, a Cuba (llavors encara era una colònia espanyola i no es veia afectada per l'expulsió de l'orde, que només afectava la Península). Va ser destinat al Real Colegio de Belén, potser el col·legi més important que en aquell moment existia a l'Havana, fundat l'any 1854 i

que, com ja hem dit, des de 1857 disposava d'un observatori meteorològic del qual Viñes fou nomenat director immediatament. En els vint-i-tres anys que van transcórrer des d'aquest moment fins a la seva mort, l'any 1893, es desenvolupà l'activitat del Viñes meteoròleg, aquella més coneguda i que el va portar a la fama i a figurar en el panteó dels cubans il·lustres.

Benet Viñes i els ciclons tropicals

Ja des del primer moment de la seva arribada a Cuba, es veié colpit per la força dels ciclons tropicals i les desgràcies que causaven. El mateix any 1870, el mes d'octubre, l'illa es va veure afectada per ciclons amb força superior a la mitjana. Així Viñes, amb un interès dirigit principalment a mitigar el patiment de la població davant d'aquestes catàstrofes (interès fonamentalment social que veurem repetit una vegada i una altra en la dedicació dels jesuïtes a la meteorologia), va començar ben aviat l'estudi i l'anàlisi d'aquest fenomen per tal de destriar-ne les possibles lleis que el regien i aconseguir-ne la seva predicció.

No entrarem a fons a descriure la seva trajectòria científica —que trobareu analitzada a la recent biografia escrita per Ramos Guadalupe (2003) o la més antiga de López de Santa Anna (1957). Anotarem, però, les seves fites més importants en el camp de l'estudi dels ciclons. No tenim gaires referències a la maduració de les seves idees sobre aquest fenomen. Sí que sabem, per les cites que ell mateix en fa, que va llegir les principals obres sobre el tema existents a l'època. El que és cert és que després de cinc anys d'observació metòdica i estudi, l'onze de setembre de 1875 realitzà el que es considera el primer avís científic d'un cicló a tot el món. A partir d'aquest moment, aquests avisos es convertiren en regulars. Els anys 1876 i 1877 va realitzar estudis de camp dels efectes produïts pels ciclons d'aquella temporada, especialment destructors. El resultat fou la publicació de l'extensa memòria *Apuntes relativos a los huracanes de Las Antillas* (Viñes, 1877) on, per primera vegada, expressà explícitament i amb claredat el que anomena lleis dels ciclons tropicals, que descriuen l'estructura ciclònica i la seva evolució. Hem de notar que encara que Viñes utilitza el terme lleis seria més correcte, en terminologia actual, referir-nos a fenomenologia. De fet, es tracta de la descripció d'un conjunt de trets que caracteritzen els ciclons tropicals. Es presenten de forma totalment empírica i, com hem dit, descriuen com s'estructuren i com es mouen. No és, però, un treball de segon ordre. És un treball d'un pensament madur sobre el tema i a l'època representava la descripció i el conjunt de coneixements més acurats sobre el fenomen. Pel seu significat, cal mencionar que per primera vegada a la història s'expressa clarament el fet que l'aire en superfície es dirigeix cap a les zones de baixa pressió (centre dels ciclons), ascendeix, i descendeix de nou pel centre de les zones d'alta pressió (anticiclons). Per tant, Viñes és el primer a descriure acuradament el fet fonamental de la circulació vertical de l'atmosfera, encara que no el justifiqui mitjançant teories. Aquesta obra va significar el seu reconeixement internacional i, en versió abreujada, va ser publicada en anglès, francès i alemany. Continuant en aquesta línia, l'any 1888 va fer públic el «ciclonoscopio de las Antillas», un instrument eminentment pràctic que, en certa forma, recollia els seus coneixements sobre els ciclons i estava dirigit molt principalment als capitans dels vaixells que navegaven pel Carib i el golf de Mèxic (Viñes, 1888). Basat quasi exclusivament en l'observació dels núvols, permetia determinar la posició del vòrtex de l'huracà i, per tant, permetia evitar-lo. Finalment, l'any 1893 va escriure la seva obra capital: *Investigaciones relativas a la circulación y traslación ciclónica en los huracanes de Las Antillas* (Viñes, 1895). Dissortadament, va resultar la seva obra pòstuma, ja que va morir gairebé el dia següent d'acabar-la. Per la seva estructura i contingut també podem considerar-la el seu testament científic, perquè resumeix amb una concisió admirable tots els coneixements que havia adquirit, mitjançant l'observació i l'estudi, sobre els huracans.

Frederic Faura

Frederic Faura i Prat va néixer a Artés, el Bages, el 13 de desembre de 1840; estudià al Seminari de Vic i entrà a l'orde jesuïta el 1859. Dissortadament, no disposem de cap biografia seva extensa i el



Fig. 2. Frederic Faura (1840-1897). Reproducció d'un gravat.

que referirem prové majoritàriament del treball d'Hidalgo (1974a), molt difícil de trobar, i del de Cardús (1997). Ja l'any 1866, encara com a estudiant (pel sacerdoci, ja que en aquell moment era professor de gramàtica llatina al noviciat de Balaguer), va ser destinat a Manila, a l'anomenat Colegio del Ateneo, una institució educativa de primer ordre regentada per la Companyia. Allí va fer una primera estada fins a l'any 1871. Des del primer moment va involucrar-se en el dia a dia de l'observatori meteorològic fundat el 1865 pel també jesuïta Francisco Colina, i en fou el director des de 1868. El mateix any 1868, a petició del govern colonial de Filipines, i juntament amb altres jesuïtes catalans, va participar activament en l'observació de l'eclipsi total de Sol del 18 d'agost, essent lloat i divulgat el seu treball per A. Secchi (Osservazioni, 1868).

De 1871 a 1878 Faura tornà a Europa per acabar la seva formació sacerdotal, ésser ordenat i, més important per l'objectiu d'aquest treball, completar també la seva formació científica amb la idea de potenciar l'observatori de Manila. En aquesta línia treballà en astronomia al costat del mateix Secchi, a Roma; en magnetisme amb S. J. Perry, a Stonyhurst, i tenim constància que entrà en contacte amb la majoria dels estudiosos italians de la llavors anomenada física de la Terra: Bertelli, Denza, Cechi, De Rossi, etc. Com en el cas de Viñes, no tenim gaire informació de com va madurar el seu pensament sobre el problema de l'estudi i la predicció dels ciclons tropicals, però pensem que degué ser durant aquest període quan estudià la tasca de Viñes a l'Havana i concebí la idea d'emular-la. De fet, sabem que entrà en contacte directe amb Viñes (no en tenim confirmació, però és molt probable que en la seva fase d'estudiant a Balaguer arribessin a conèixer-se personalment).

El cas és que menys d'un any després de retornar a Manila i reprendre la direcció de l'observatori meteorològic ja feia la primera predicció d'un *baguio*, el nom que rebien a Filipines els ciclons, el 7 de juliol de 1879 (primer avis en la història dels ciclons a l'orient). El motiu de la rapidesa

amb què es va fer càrrec de la situació ciclònica a Filipines ens la diu ell mateix. Va suposar des del primer moment que els ciclons filipins eren iguals que els que es produïen al Carib, i va aplicar la metodologia de Viñes. Aquesta similitud és un fet que a l'època no estava gens clara. Diversos autors postulaven orígens i mecanismes molt diversos per a uns i altres. L'èxit de la predicció a partir d'aquell moment confirmava, però, la hipòtesi de treball de Faura. A l'inrevés que en el cas de Viñes, Faura disposà des d'un primer moment d'una bona informació d'altres estacions mitjançant el telègraf, per això en el seu esquema de predicció l'observació i l'estudi de la pressió atmosfèrica pren un pes molt més important que en l'obra de Viñes.

L'interès del treball desenvolupat per Faura al front de l'observatori és tal que pocs anys després aconseguí que l'Estat espanyol l'oficialitzés. L'any 1884, la *Gaceta de Madrid* (antecedent de l'actual BOE) publicava l'ordre de creació del «Servicio Meteorológico de la Isla de Luzón» (Gazeta, 1884), sota la direcció de l'Observatori de Manila. Aquest servei era ja mantingut per l'Estat espanyol i dirigit per Faura. També en aquella època, i en un camí paral·lel al de Viñes, Faura desenvolupà un instrument eminentment pràctic per auxiliar els navegants. És el baròmetre Faura, una optimització o adaptació d'un baròmetre aneroide per al seu ús com a instrument detector d'un cicló (Faura, 1886).

Faura morí el 23 de gener de l'any 1897 havent expandit enormement l'observatori de Manila, transformant-lo des d'un observatori aïllat fins a un servei no sols meteorològic, sinó també sismològic, geomagnètic i astronòmic. El seu successor va ser un altre jesuïta català, Josep Algué.

Josep Algué

Josep Algué i Sanllehí va néixer el dia 28 de desembre de 1856 a Manresa, el Bages. No sabem gran cosa de la seva vida de menut i també estem mancats d'una bona biografia seva, i ens basem aquí en les informacions contingudes en els treballs d'Hidalgo (1974b) i Batlló (2005). Sí sabem, però, que va assistir al col·legi de Sant Ignasi de Manresa, dirigit pels jesuïtes. Allà es devia despertar la seva vocació religiosa i ingressà com a novici a la Companyia de Jesús l'any 1871. Encara no tenia 15 anys.

El primer any el va passar al noviciat, que llavors es trobava a Andorra (era encara el temps de l'expulsió del territori peninsular). Va continuar la seva formació filosòfica a França i l'any 1877 va tornar a Espanya, al monestir de Veruela (Saragossa). A partir de l'any 1878 el trobem al Col·legi del Salvador, a Saragossa, on impartí matemàtiques alhora que prenia cursos a la Universitat de Saragossa. Per tant, ja el veiem introduït en el camp de les ciències. L'any 1885 es traslladà al Col·legi Màxim de Tortosa per realitzar els seus estudis de teologia, i s'ordenà l'agost de 1888.

L'any 1890 es traslladà al Col·legi del Sagrat Cor, a Barcelona, on coneixeria Frederic Faura, que es trobava allà per descansar i refer la seva salut. Ja llavors Algué havia mostrat interès per l'astronomia i la meteorologia. L'any 1891 acompanyaria Faura en el seu viatge a Itàlia i França per adquirir un telescopi per a l'Observatori de Manila i altres instruments. Ja es perfilava clarament el destí d'Algué a aquell observatori.

Per indicació dels seus superiors (i del mateix Faura), Algué fou enviat a l'Observatori de la Universitat de Georgetown, als Estats Units, per completar la seva formació astronòmica. Allà va estudiar dirigit pel famós astrònom jesuïta J. G. Hagen (1847-1930). També tenim referència (Saderra Masó, 1915) que en algun moment entre 1891 i 1893 Algué va passar uns mesos (potser un estiu?) a l'Havana, al costat de Benet Viñes on, naturalment, va aprofundir els seus coneixements meteorològics i, molt en especial, el del clima tropical i dels ciclons que s'hi desenvolupen.

L'any 1893 Algué i Faura van representar Espanya i Filipines al congrés meteorològic que va tenir lloc a Chicago amb motiu de l'exposició universal commemorativa dels quatre-cents anys del descobriment d'Amèrica. Van escriure una memòria (Faura & Algué, 1894) on resumien el contingut de les presentacions i aparells presentats. De fet, es tracta d'un resum interessantíssim sobre l'estat del progrés de la meteorologia mundial. Acabat el congrés, Algué i Faura, via l'Havana i Barcelona, es dirigiren a Manila.



Fig. 3. Josep Algué (1856-1930). Gravat realitzat a partir d'una fotografia i publicat a la revista *Ibèrica*.

A Manila. Una dècada prodigiosa

Només d'arribar a Manila, Algué fou nomenat subdirector de l'Observatori. Des del primer moment es féu càrrec de l'edició del butlletí meteorològic de l'Observatori i edità ja el seu primer treball sobre els ciclons tropicals (*baguios* o *tifones*, de 1894). Començaven uns anys (quasi una dècada) d'importants treballs i resultats científics.

Primerament posà en marxa la secció astronòmica de l'observatori. Després dirigiria la participació de l'Observatori de Manila a l'any internacional dels núvols, una campanya internacional d'observació dels núvols que havia de servir per millorar-ne el seu coneixement (Algué, 1898a). No en parlarem, i per a més informació referim el lector a Batlló (2004; 2005). Un altre fruit d'aquesta participació fou el disseny i la construcció d'un nou model de nefoscopi que porta el seu nom.

Pel que fa a l'estudi dels ciclons, el mateix any 1897 Algué publicà un treball cabdal. Es tracta del llibre *Baguios ó Ciclones Filipinos* (Algué, 1897a). En ell, Algué sintetitza tots els coneixements que existien fins aquell moment respecte als ciclons. L'impacte del llibre en els ambients meteorològics va ser, des del primer moment, de primer ordre. En poc temps van circular traduccions totals o parcials (algunes d'il·legals) en francès, alemany, anglès i japonès. I, realment, encara ara el llibre sorprèn per la seva modernitat. No aporta novetats importants als coneixements que ja s'havien acumulat fins aleshores, però per primera vegada els exposa tots junts i de manera sistemàtica; d'aquí el seu èxit.

El llibre es divideix en tres parts. A la primera es descriu l'estructura del cicló, la seva formació i el seu moviment. A més, s'analitza el comportament un a un dels elements atmosfèrics (pluja, vents, pressió atmosfèrica, núvols) involucrats. A la segona part s'analitzen els senyals precursors. És a dir, es fa un repàs al comportament de totes les variables meteorològiques (núvols, pressió, vents, etc.) i

encara d'altres (nivell del mar, microsismes) en un intent de donar les pautes per a la seva detecció i previsió. La tercera i última part és eminentment pràctica i està dedicada, a manera d'aplicació, a la descripció i l'estudi de diferents tifons que havien afectat Manila a llarg dels anys.

Una vegada més, i seguint els seus mestres, Algué dissenyà un instrument pràctic per preveure i seguir els ciclons. És l'anomenat barociclòmetre i és el més difós dels instruments que va dissenyar. Específicament serveix per senyalar la presència d'un cicló tropical i la seva direcció de desplaçament. De fet, és un compendi dels aparells anteriors ja mencionats, el baròmetre Faura i el ciclonoscopi de Viñes. Algué va saber utilitzar el millor d'ambdós instruments per fer-ne un de nou, més general (Algué, 1897b; 1898b). La combinació de les observacions de pressió i les de vent, conjugades en dos discs dotats de diferents agulles, donava a l'observador la distància i la direcció del moviment d'un cicló. L'aparell era utilitzable a l'oceà Pacífic entre latituds 0° i 50° N i altituds entre 0 i 300 m. Prova del seu èxit és que l'any 1937 encara van reeditar-se, una vegada més, les instruccions d'ús. De fet, es va utilitzar fins a la generalització dels nous mètodes de predicció, ja cap a la dècada de 1950. Aquests aparells van ser construïts a Europa per G. Lufft, de Stuttgart.

El canvi de govern, el «Weather Bureau»

Un moment crític per a l'Observatori de Manila arribà l'any 1898. La guerra havia descompost la xarxa meteorològica. A més, després de la firma de l'armistici, el Govern nord-americà assumia el control de les illes Filipines i organitzava una nova administració. La situació del servei meteorològic de Filipines quedava a l'aire; però una entrevista d'Algué amb l'almirall Dewey, cap de l'esquadra nord-americana, va encarrilar la situació. A principis de l'any 1899 van sorgir noves dificultats: l'observatori de Hong Kong, en un intent de fer-se amb el servei d'avisos de ciclons de l'Observatori de Manila, va acusar-lo de poc eficient i el govern provisional va obligar a suspendre els seus avisos; però les protestes massives que van arribar de les companyies navilieres, i encara de les esquadres de guerra de l'orient, van obligar a restablir-lo pocs dies després. De fet, i buscant l'efecte contrari, l'observatori de Hong Kong va fer que el Govern americà s'afidés totalment a l'observatori de Manila.

Per les condicions de la Pau de París, el Govern espanyol va mantenir l'observatori de Manila fins al 31 de març de 1899, i l'1 d'abril se'n feu càrrec el nou Govern nord-americà. Aquest va demanar a Algué que preparés un pla per a la reorganització del Servei Meteorològic Filipí, i el resultat va ser la creació de l'anomenat Philippine Weather Bureau, un servei que assumia les xarxes meteorològica i sísmica i que també disposava de les seccions geomagnètica i astronòmica. Finalment, les lleis que creaven el nou servei i el seu reglament entraren en funcionament el dia 22 de maig de 1901.

A partir dels primers anys del segle xx la producció científica d'Algué va anar a la baixa i pensem que la principal raó fou el temps que havia de dedicar a la gestió i l'organització del nou Philippine Weather Bureau. De tota manera, l'any 1904 es publicava la versió oficial anglesa del llibre *Baguios o Ciclones Filipinos*, titulada aquesta vegada *The cyclones of the Far East* (Algué, 1904). De fet, i a banda del canvi de llengua, es tracta de la segona edició, corregida i augmentada, del primer llibre. La part tercera dels exemples es reféu totalment i s'hi inclogué la descripció i la utilització del barociclòmetre.

L'any 1912 Algué es traslladà novament a Amèrica i Europa per preparar una versió del seu barociclòmetre per a l'Atlàntic (Algué, 1913). Sembla que els resultats van ser positius i Algué va encomanar a Henry Hughes & Sons, de Londres, la construcció del nou aparell; però el fet és que el projecte no va prosperar.

Ja l'any 1924, Algué va viatjar a Roma per preparar una gran exposició sobre les missions que preparava el Vaticà, i participar-hi. Ja feia temps que es ressentia de la seva salut i, en els últims temps, la seva vista s'afeblia. L'any 1925, ja a la Península, va operar-se de la vista, però no va millorar. Donades les circumstàncies i la seva edat, prop de setanta anys, els seus superiors van pensar que seria millor que no tornés a les Filipines i, així, el 21 d'agost de 1925 enviava la seva carta de dimissió com a cap del Philippine Weather Bureau al governador general de les Filipines, Leonard

Wood. Havia passat 32 anys de la seva vida a les Filipines i deixava un servei amb 250 estacions meteorològiques, a banda de les sismològiques. El governador va acceptar la dimissió d'Algué amb data de 16 de novembre i l'any 1926 nomenava el també jesuïta i català Miquel Selga (1879-1956) com a nou director. De tornada a Catalunya va passar els seus últims anys a la comunitat de Roquetes, prop de l'observatori de l'Ebre, on va morir el 27 de maig de 1930, just pocs dies després que, amb grans honors, les restes de Faura fossin repatriades a Catalunya i dipositades al cementiri del seu poble natal, Artés.

Els ciclonistes catalans. La seva obra i la seva influència

Benet Viñes va ser un dels meteoròlegs més reconeguts en el seu moment en el tema dels ciclons, tant com perquè a les primeres dècades del segle xx es proposés que els ciclons s'anomenessin «viñeses» en honor seu. La seva descripció fenomenològica dels ciclons tropicals va estar a la base de tots els mètodes de detecció i predicció fins passada la Segona Guerra Mundial, en què les noves eines de càlcul numèric permeteren passar de models i prediccions qualitatives a quantitatives. En canvi, fins ara, l'obra de Viñes sembla haver passat desapercebuda a la meteorologia catalana i, per tant, la seva possible influència. De fet, cap dels nostres meteoròlegs no el citen — només en trobem una cita de Fontserè en l'acte d'homenatge amb motiu de la tornada de les restes de Faura a Catalunya (Fontserè, 1930). No obstant això, podem trobar-ne algunes traces, si bé no directes. La primera ens ve de les mateixes publicacions del Col·legi de Betlem, que arribaven regularment a Barcelona. Un altre punt el trobem en alguns escrits publicats a la revista de difusió científica *Crònica científica* (1881-1892), publicada a Barcelona, que es feia regularment ressò d'aquestes publicacions i d'alguns dels avisos de ciclons. La segona ens ve de l'Observatori de Manila, difusor de l'obra de Viñes i que va tenir un contacte més directe amb els ambients meteorològics catalans i, per tant, la possibilitat d'influir més directament sobre la meteorologia catalana.

Però, com hem vist, el quasi desconegut (a Catalunya) Viñes no va ser l'únic català que es va interessar pels ciclons tropicals. D'alguna manera, quasi podríem parlar d'una escola catalana de ciclonistes, que s'inscriuria dintre d'una escola jesuïtica sobre el mateix tema. Aquesta escola es va desenvolupar principalment a les illes Filipines. Hem vist com allà Frederic Faura va dedicar grans esforços a l'estudi dels ciclons. Com en el cas de Viñes, l'objectiu era la seva previsió. Si bé va tenir molts èxits en la seva predicció, el seu treball d'estudi no va arribar a la profunditat del desenvolupat per Viñes. En canvi, per motius que només hem apuntat i no podem entrar a discutir aquí, va posar les bases per a la institucionalització i la perdurabilitat de l'obra realitzada en crear-se el Servicio Meteorológico de la Isla de Luzón, sota la direcció de l'Observatori de Manila. A la mort de Faura, l'any 1897, aquest servei, ja mantingut per l'Estat espanyol, va passar a ser dirigit per Algué. Hem vist que després de la independència espanyola de Filipines el nou govern, tutelat pels EUA, va mantenir l'Observatori de Manila i Algué com a cap del nou servei meteorològic filipí, el Philippine Weather Bureau. El successor d'Algué fou Miquel Selga (Rajadell, 1879 - Quezon City, 1956), director de l'observatori des de 1926 i que continuà «l'escola» catalana de ciclonistes fins a la Segona Guerra Mundial. La destrucció l'any 1944 de l'Observatori de Manila per l'exèrcit japonès en retirada significà la fi d'aquesta història. L'Observatori de Manila fou reconstruït a partir de 1951 en un altre lloc i encara existeix (vegeu la seva web, <http://www.observatory.ph/>); però ja no fou la seu del servei meteorològic filipí i, alhora, s'acabà la línia de jesuïtes catalans al seu front.

Tornant al treball desenvolupat per aquests jesuïtes, cal comentar, com hem apuntat, que si la tècnica de predicció de Viñes es basava molt principalment en l'observació dels núvols, la tècnica emprada a Manila donava més pes a les indicacions baromètriques. És bastant natural si pensem que Viñes havia de fonamentar les seves prediccions en les observacions del seu propi observatori, ajudat per uns pocs telegrams i unes poques observacions ocasionals d'alguns vaixells. En canvi, l'Observatori de Manila va disposar ben aviat d'una xarxa permanent d'estacions meteorològiques que li transmetien regularment les dades. En aquesta situació es feia molt més fàcil (i encara segur) utilitzar

una anàlisi de tipus sinòptic, molt semblant a les que coneixem. De fet, Viñes ja preconitzava l'estudi de la variació de la pressió atmosfèrica com a indicador principal dels pronòstics; però no va estar mai en disposició de desenvolupar el mètode al màxim, com va ser el cas de l'Observatori de Manila. Una altra contribució de Faura, en la mateixa línia, va ser un baròmetre aneroide adaptat a la previsió del temps (especialment dels *baguios*) a les illes Filipines.

L'any 1897, Algué publicava un llibre titulat *Baguios ó ciclones filipinos*. Es tracta d'un compendi de tots els coneixements acumulats fins aleshores sobre els ciclons tropicals i representa la contribució més completa i madura d'un català al seu coneixement. La qualitat del seu contingut es demostra per les traduccions que se'n van fer a l'anglès, el francès i l'alemany. També, el mateix any, Algué construí un aparell que servís a bord dels vaixells i que permetés als seus tripulants adonar-se de la presència propera d'un huracà i prendre les mesures per evitar-lo. L'anomenà «barociclòmetre» i, seguint la tradició de l'escola ciclonista filipina, estava bastit al voltant d'un baròmetre.

El successor d'Algué, Miquel Selga, nomenat director de l'Observatori de Manila l'any 1926, continuà la línia dels seus predecessors i, a més, féu una magnífica compilació de *baguios* ocorreguts a les Filipines des dels temps pretèrits de l'arribada dels primers espanyols a aquelles illes encara útil avui en els estudis de climatologia.

No foren els únics catalans, jesuïtes i ciclonistes. Podem anomenar-ne encara d'altres que no foren directors de l'Observatori de Manila. El primer és Ricard Cirera (1864-1932) que a partir de 1904 fou el primer director de l'Observatori de l'Ebre, a Roquetes. Després d'ell trobem Miquel Saderra Mata (1852-1938), Miquel Saderra Masó (1865-1939) i Josep Coronas (1871-1938), que contribuïren amb les seves publicacions a l'estudi dels huracans.

Altres ciclonistes jesuïtes i epíleg

Retornant a l'Observatori del Col·legi de Betlem, hem de dir que no es va acabar amb la mort de Viñes. És cert que l'observatori cubà no assolí la institucionalització que obtingué l'Observatori de Manila. L'Estat cubà sorgit arrel de la guerra d'independència de 1898 creà un nou servei meteorològic i l'Observatori de Betlem en restà al marge. L'observatori, però, continuà amb brillants meteoròlegs com a directors, diversos d'origen espanyol, que seguiren la feina començada per Viñes. En destacarem els bascos Lorenzo Gangóiti (1845-1933) i Simón Sarasola (1871-1947), que més tard fou l'impulsor de l'Observatorio Meteorológico Nacional de Colòmbia; el lleonès Mariano Gutiérrez Lanza (1865-1943), i el gallec José Rafael Goberna (1903-1985), últim director jesuïta de l'observatori. Tots ells realitzaren aportacions al coneixement dels ciclons tropicals. En concret, Sarasola publicà dues edicions del seu llibre *Huracanes de las Antillas* (1925, 1928) on resumia, com ho havia fet Algué, els coneixements de la seva època.

També, i per disposar d'una imatge més completa de la situació, cal dir que no foren els únics ciclonistes jesuïtes. L'any 1873 jesuïtes francesos fundaven l'Observatori de Zi-ka-wei, prop de Shanghai, i l'any 1899 el de Tananarive, a Madagascar. Ambdós són prou importants en la història de la ciclonologia per la seva contribució als estudis dels huracans al mar de la Xina i a l'oceà Índic.

I, per què aquest interès dels jesuïtes pels ciclons tropicals? Ens ho diu el mateix Viñes: «...per poder evitar tants perills, calamitats, pèrdues d'interès i desgràcies personals». Per tant, per un interès social, que, a banda del seu interès permanent per la ciència, és un altre dels trets característics de la Companyia de Jesús des de la seva fundació. Veiem, doncs, com aquests meteoròlegs i religiosos van ser capaços de combinar les seves dues vocacions amb harmonia.

Resumint molt breument tot el que hem relatat fins aquí, podem afirmar que va existir una escola de ciclonistes catalans, i jesuïtes, que, treballant en països tropicals, van desenvolupar la meteorologia a un nivell impensable a la mateixa Catalunya de l'època. Per tant, va existir una altra meteorologia catalana, no mediterrània i desenvolupada en un camí paral·lel a la que es feia «a casa». Esperem que

aquest exercici de memòria ens serveixi per recordar-los a tots un xic més i obrir encara més els horitzons de la nostra meteorologia.

Agraïments

A la Biblioteca de l'Observatori de l'Ebre que ens ha facilitat diversos documents sobre l'Observatori de Manila; a l'Observatori Fabra que ens ha permès l'accés als originals del *Butlletí* de l'estació meteorològica de Balaguer, i a l'Arxiu de la Companyia de Jesús a Catalunya, que ens ha facilitat informacions sobre els «ciclonistes» jesuïtes.

Bibliografia

ALGUÉ, J. (1897a), *Baguios ó ciclones filipinos; estudio teórico-práctico*, Manila, Imprenta privada del Observatorio de Manila, 307 p.

ALGUÉ, J. (1897b), *El Baro-ciclonó-metro*, Manila, Impr. Privada del Observatorio, 65 p.

ALGUÉ, J. (1898a), *Las nubes en el archipiélago Filipino*, Manila, Tipo-litog. privada del Observatorio, 192 p.

ALGUÉ, J. (1898b), *The Barocyclonometer*, Manila, Manila Observatory Printing Office.

ALGUÉ, J. (1904), *The cyclones of the Far East*, 2nd Ed., Manila, Philippine Weather Bureau, 283 p.

ALGUÉ, J. (1913), *The Barocyclonometer for use in the North Atlantic*, Manila, Bureau of Printing, 12 p.

BATLLÓ, J. (2003), «Benet Viñes i els ciclonistes catalans. Influència de la seva obra». A: ARÚS, J.; BATLLÓ, J.; BECH, J.; LÓPEZ, A.; LLORET, R.; MESTRES, A. (ed.), *IX Jornades de Meteorologia Eduard Fontserè*, Barcelona, Associació Catalana de Meteorologia, 33-41.

BATLLÓ, J. (2004), «Some historical notes on the studies of clouds in Catalonia to 1939». A: SCHROEDER, W. (ed.), *Meteorological and geophysical fluid dynamics (A book to commemorate the centenary of the birth of Hans Ertel)*, Darmstadt, Arb. Geschichte Geophysik, 271-277.

BATLLÓ, J. (2005), «Josep Algué Sanllehí (Manresa 1856 - Roquetes 1930)». A: ARÚS, J.; BATLLÓ, J.; BECH, J.; LÓPEZ, A.; LLORET, R.; MESTRES, A. (ed.), *XI Jornades de Meteorologia Eduard Fontserè*, Barcelona, Associació Catalana de Meteorologia, 101-110.

CARDÚS, J. O. (1997), «El P. Frederic Faura, S. J. Meteoròleg a Filipines». A: ARÚS, J.; BECH, J.; LÓPEZ, J. M.; MESTRES, A.; PEYRECAVE, F. F. (ed.), *III Jornades de Meteorologia Eduard Fontserè*, Barcelona, Associació Catalana de Meteorologia, 61-67.

FAURA, F. (1886), *El barómetro aneroide aplicado a la previsión del tiempo en el Archipiélago Filipino*, Manila, Observatorio de Manila, 14 p.

FAURA, F.; ALGUÉ, J. (1894), *La meteorología en la Exposición Colombina de Chicago (1893)*, Barcelona, Impr. de Henrich y compañía, 116 p.

- FONTSERÈ, E. (1930), «Sesión necrológica en homenaje al Rdo. P. Federico Faura, S. J., creador del Observatorio de Manila, celebrada bajo los auspicios de la Excelentísima Diputación Provincial. Discurso leído por el Prof. D. Eduardo Fontserè, Director del Servicio Meteorológico de Cataluña», *Memòries de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, 3a època, XXII (5), 67-92, 1 làm.
- GACETA (1884), «Real decreto de creación del Servicio Meteorológico de la Isla de Luzón», *Gaceta de Madrid*, CCXXIII (121), 263-264.
- HIDALGO, A. (1974a), *El P. Federico Faura, S. J. y el Observatorio de Manila*, Quezon City, Observatorio de Manila, 72 p.
- HIDALGO, A. (1974b), *El P. José Algué, S. J.: Científico, Inventor y Pacifista*, Quezon City, Observatorio de Manila, 96 p.
- LÓPEZ DE SANTA ANNA, A. (1957), *Contribución a la biografía completa del R. P. Benito Viñes, S. I.*, Santander, Taller de Artes Gráficas de los Hermanos Bedia, 97 p.
- OSSERVAZIONI (1868), «Osservazioni dell'eclisse totale del 18 Agosto 1868 fatte a Mantawaloc-Kekee dai PP. d. C. d. G. di Manila nelle Filippine», *Bullettino Meteorologico dell'Osservatorio del Colegio Romano*, VII (12), 101-107.
- RAMOS GUADALUPE, E. (2003), *Benet Viñes, S. J. Fill il·lustre de Poboleda i figura de la predicció de ciclons a Cuba*, Poboleda, Ajuntament de Poboleda, 119 p.
- SADERRA MASÓ, M. (1915), *Historia del Observatorio de Manila*, Manila, E. C. McCullough & Co., Inc., 125 p.
- SARASOLA, S. (1925), *Los huracanes de las Antillas*, Bogotá, Sociedad Editorial, 173 p.
- SARASOLA, S. (1928), *Los huracanes de las Antillas*, 2a ed., Madrid, Bruno del Amo, xv + 254 p.
- VIÑES, B. (1877), *Apuntes relativos a los huracanes de las Antillas en septiembre y octubre de 1875 y 1876*, L'Havana, Tipografía y Papelería el Iris, 256 p.
- VIÑES, B. (1888), *Ciclonoscopio de las Antillas*, L'Havana, Litografía de Ricardo B. Caballero, 1 p.
- VIÑES, B. (1895), *Investigaciones relativas a la circulación y translación ciclónica en los huracanes de Las Antillas*, L'Havana, Imprenta del Avisador Comercial de Pulido y Díaz, 79 p.

THE INVENTION(S) OF THE TELESCOPE [THE TELESCOPE INVENTED IN CATALONIA?] THE STUDIES OF DR. JOSEP MARIA SIMON DE GUILLEUMA

Thomas B. SETTLE

Istituto e Museo di Storia della Scienza,
Firenze, Italia¹

Summary: The last few years have brought major additions to our knowledge of the details and circumstances surrounding the inventions (I stress the plural) of the telescope in the late 16th and early 17th centuries in Western Europe. Those telescopes required the prior development of both concave and convex lenses for eyeglasses, ulleres, and we now have a much clearer picture of the sequence of their development and the centers in which they were fashioned. In particular we also now have a much more detailed account of the evolution of the technical means, the operational details, which eventually lead to the creation of the relatively high quality lenses which in turn made possible the invention of the first astronomical quality instruments. And finally we begin to have knowledge, largely invisible until the fall of 2008, of centers for lens crafting in Catalonia. What follows is a preliminary and tentative exploration of the substance and implications of this new knowledge, what has been accomplished and what yet needs to be done, with regards to the lens and eyeglass crafts in Girona and Barcelona towards the end of the 16th century. We also now have the opportunity of investigating the development of those crafts in the Catalan regions from about the turn of the millennium and of comparing the said evolution

¹ My sincere thanks to colleagues and friends who materially contributed to this project: Nick Pelling brought the works of Dr. J. M.a Simon de Guilleuma to my attention and was very open with the results of his own research; Victor Navarro Brotons has helped and encouraged me over these many months; the descendents and family of Dr. Simon de Guilleuma have provided much of the core documentation; and both Angela Saviori and Romualdas Sviedrys helped with key translations.

with that of other centers in Europe. Out of this should come a clearer picture of what had to be in place in the pertinent crafts before a telescope could be invented. Obviously this is a tall order; but then I only intend this paper as a summary and perhaps a call to action.

In 1959 Dr. Josep Maria Simon de Guilleuma (1886-1965), a prominent ophthalmologist of Barcelona with a strong interest in the history of his profession, gave two presentations regarding important results of some of his own researches. One was relatively informal, a public broadcast over Radio Barcelona²; the other was a more formal paper which he gave at the 9th International Congress of the History of Science held that year in Barcelona-Madrid³. Both were based on the same information, data which he had recovered from published and archival sources, and which had led him to conclude that one Joan Roget, a lens and eyeglass craftsman of Girona, had constructed, "invented", the telescope. This would have been in the early 1590s, more than a decade before the normally accepted date for the invention of the instrument, in 1608 in the Low Countries, by one Johann Lipperhey of Middleburg and obviously before Galileo's first telescopes of 1609. Moreover, Simon Guilleuma had found evidence concerning an older brother by the name Pedro who had an optician's shop in Barcelona; Pedro and two of his sons, who were known to do excellent work, constructed several of these instruments in the same years. Here I should say that I have no doubt that Simon Guilleuma's basic conclusions were substantially correct. This was pioneering scholarship. However, as with other examples of such scholarship, the results raise as many questions as they answer, one of the latter being: "What did Simon Guilleuma have in mind when he used the word *telescope*?". Unfortunately, in the years following 1959, as far as I know, no one continued or extended his research, either in Catalonia or elsewhere.

My guess is, in fact, that few people outside Catalonia were even aware of these results. While it might be expected that the Radio Barcelona presentation would have been little known outside Barcelona itself, the paper delivered to the History of Science Congress also went unnoticed. The "Acts" of that Congress were indeed mentioned in the *Isis* "Critical Bibliography", but the individual papers were not cited. Nor was Simon Guilleuma's paper cited in the more specialized literature of those whose interests were in the history of the telescope. In recent years it was even invisible to Vincent Illardi, author of *Renaissance Vision from Spectacles to Telescopes*, 2007, an otherwise massive treatment of the evolution and history of the lens and eyeglass craftsmanship in many centers of Western Europe, an evolution which created the very possibility for the making of telescopes. This was particularly unfortunate because, given Illardi's coverage, one might have thought that neither Catalonia nor Castile

² Simon Guilleuma, J. Ma, 1959, *Juan Roget, óptico gerundense, inventor del telescopio y Los Roget de Barcelona, constructores del mismo*, *Notas Bibliográficas*, in *Boletín de divulgación histórica de ciudad de Barcelona (Instituto Municipal de Historia)*, Vol. 10, N.º. 775, 19.X.1959. (Divulgación histórica de Barcelona [Texto impreso]: textos del boletín semanal radiado a través de Radio Barcelona, por el Instituto Municipal de historia de Barcelona / Ayuntamiento de Barcelona) Broadcast Transcript available at the Barcelona Arxiu.

³ Simon Guilleuma, J. Ma, 1960, *Juan Roget, optico español inventor del telescopio*, in *Actes du IXe Congrès international d'histoire des sciences*, Barcelona-Madrid, 1-7 septembre, 1959: 2 Vols., Barcelona, Asociación para la Historia de la Ciencia Española, 1960, pp. 708-712.

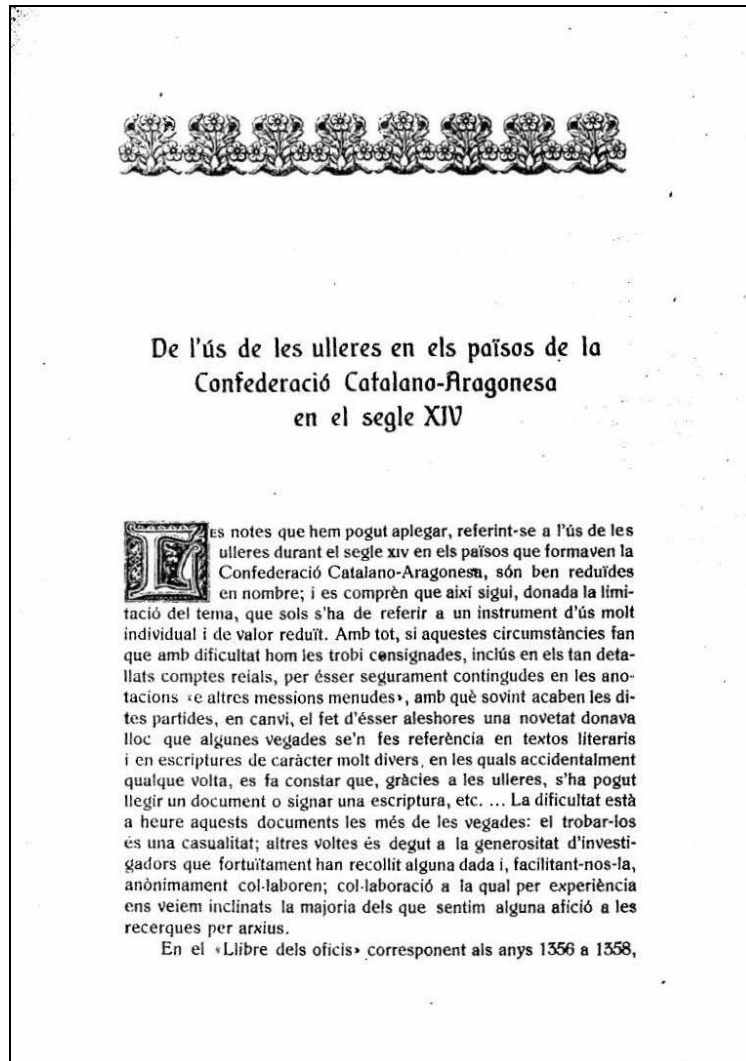


Fig. 1. First page of the *De l'ús de les ulleres en els països de la Confederació Catalano-Aragonesa en el segle XIV*.

had participated significantly in that history.⁴ We shall see, however, that the contrary is the case, as Dr. Simon Guilleuma's many other historical investigations amply demonstrate.

In fact, Dr. Simon Guilleuma had begun historical researches many years before the 1959 presentations. Already in 1923 he gave a paper to the III Congrès d'Hist. de la Corona d'Aragò in Valencia entitled: *De l'ús de les ulleres in els països de la Confederació Catalano-Aragonesa en el segle XIV*⁵(Fig. 1). In the meantime, possibly as early as 1922, he began drafting a series of shorter tracts on the history of lenses and eyeglasses which he hoped to publish in collected form under the title *Notes per a la Historia de les Ulleres*. Over nearly a decade many of these were set to type ready for collective printing, but the project never came to fruition, possibly as a result of the policies of the central Spanish government in the 1930s which suppressed interest in specifically Catalan history and culture.

⁴ Ilardi, Vincent, *Renaissance Vision from Spectacles to Telescopes*, 2007, Philadelphia, American Philosophical Society, pp 148-150.

⁵ Simon de Guilleuma, J. M. 1923, *De l'ús de les ulleres in els països de la Confederació Catalano-Aragonesa en el segle XIV*, València, III Congrès d'Hist. de la Corona d'Aragò, Vol. I (1923), 485-501.

Through the great kindness of Dr. Josep M. Simon i Tor and his colleagues in Barcelona I have been given copies of 16 of them, and I now know that others of his studies were also set to type and that yet others may exist in draft form. I shall come back to the subject below.

Given these long standing interests, it should be no surprise that Simon Guilleuma eventually came across a book which a Milanese gentleman had published in 1618: *Telescopium, siue Ars perficiendi nouum illud Galilaei visorium instrumentum ad sydera ...*. The author, Girolamo Sirtori (m. 1631) was among the first in Milan to hear of, and to have in his hands, one of the new viewing tubes. These had begun arriving in Italy from the Low Countries in 1609, and Sirtori apparently conceived a strong desire to learn how to make them himself. By his own account, he soon realized that there were two major problems to be solved: the quality of the glass to be used and the proper means of grinding and polishing the lenses. Accordingly he went to Venice, but there he found little or nothing more than he had already come to know. It was at this point that he decided to go to Spain where, according to him, rumors had it that excellent examples of the new instrument were to be found. If he traveled by land from Milan, he probably used the road between Perpignan, on the French side of the Pyrenees, and Barcelona. In any case, his first significant stop in the Iberian Peninsula seems to have been Girona⁶. While there, word went about that he carried an example of the new 'far seeing' instrument, and he was approached by a local *architectus* (presumably meaning *craftsman*) who insisted on having a look at it. When he came at last to trust the man, he learned that this architect was a retired spectacle maker and that many years previously he had made a similar instrument. This craftsman also had a book describing the art and allowed Sirtori to copy some of the contents. Sirtori learned later that this man was a brother of one "Roget of Burgundy" who lived near Barcelona. According to Sirtori, this Roget of Burgundy "had introduced and established the art in Spain". [There are problems here to which I shall have to return] And he had had three sons, two of whom continued in the craft and were known for the excellence of their work, while one became a Dominican Friar and "wrote down" the art, possibly referring to the book already mentioned.

Simon Guilleuma's own investigation, initially based on the information provided by Sirtori, soon yielded important clarifying results. He found archival evidence which confirmed the existence of the Roget family, their origins and their names. The Girona Roget was Joan; the Barcelona Roget was Pedro, Joan's older brother. Their father was Ramon Roget of Angouleme in the Charente region of France (not Burgundy!), by profession a carder, presumably a wool carder. Pedro was the first of the two brothers to reach Catalonia, establishing himself in Barcelona. He married a local woman named Catalina Isern; she had the children already mentioned: Miguel who entered the Dominican Order, and the two brothers Joan and Magin who followed in their father's craft. Sometime after Pedro's arrival in Catalonia his younger brother Joan followed him. Joan had married a woman by the name of Juana from Malavilla, a small town near Angouleme, in the Bishopric of Rodez.⁷ She died in 1614; her death was documented in the parochial register of the Cathedral of Girona. The couple had no children. Joan himself may have died sometime between 1617 and 1624, the equivalent registers being missing for that period.

So the Roget family really existed. The two original brothers owned and ran optical shops, Pedro first in Barcelona and then Joan in Girona, and both presumably ground lenses and made eyeglasses. And I would expect that the several archives in Barcelona and Girona might yield yet more information: for instance, birth and death dates for all the members of the family, the dates for the opening of the

⁶ Other readers of Sirtori have read this name to indicate the city of *Coruña* in Galicia/Galizia, Spain. See *Santiago, entre o Pico Sacro as agullas primeiros telescopios*, in *Anosaterra*, No.1,350, 12-18 Marzo 2009, 2 pp.

⁷ There is probably another mistake here on the part of Sirtori. The only Bishopric of Rodez I have been able to find is in the Department of Aveyron, a considerable distance to the east of Charente.

optics shops of both Pedro and Joan, perhaps detailed accounts of transactions of the two shops, and records of contracts signed by the two brothers.

And another category of questions comes to mind:

- when and where did Pedro and Joan learn their craft?;
- could they have been apprenticed in an optical shop in Angouleme? [but Pedro seems to have started as a laborer in Barcelona];
- or did they do their apprenticeships in Barcelona itself?;
- if the latter, did Pedro do this first, then set up his own shop and afterwards take Joan as his apprentice?

To complete the immediate picture, and possibly answer these questions, it would be nice to know more of the details of the history of the optical crafts in the two cities. Where in the organization of Barcelona's guilds did the optical crafts fit? Were they a sub-category of the glass workers guild or of some other group? We know from other sources that a guild of glass makers was founded in Barcelona in 1455⁸. On the other hand, we know from the aforementioned Vincent Ilardi that⁹:

So far, only two spectacle makers, *mestres d'ulleres*, have been identified in Barcelona – Jacme Berenguer (active, 1422, 1435), and Pere Del Maig (active, 1436). But there must have been others in Barcelona before these dates because in 1403 the city exported to Alexandria in Egypt and to Beyrouth in Syria fifteen gross of eyeglasses (2,160 pairs), and two small cases with unknown quantities in 1408.

Ilardi also cites a source to the effect that "it was only in 1596, apparently, that the guild of spectacle makers was organized in Barcelona". If this is so, we can surmise that until 1596 spectacle makers either belonged to some other guild or operated outside the guild system. Did the Roget brothers, perhaps especially Pedro, take any part in the creation of the new guild? At the time of its creation how many other spectacle maker shops existed in the city; how many masters, apprentices and so on were registered? What is evident at this point is that neither Pedro nor Joan Roget introduced spectacle making into Spain. The craft had long been established, probably for at least 200 years. And it also means that in the late 16th century, both in Barcelona and in Girona, there were ample supplies of polished lenses of all types and thus the setting and circumstances existed in which someone might put two of them together and 'invent' a 'far seeing tube'.

Other questions also come to mind, such as:

- who were the early Catalan eyeglass makers? Were they Christian, Jewish or Muslim?
- if Muslim, what was the effect on the craft of the Mudejar persecutions of 1391-1414?
- what was the market for eyeglasses in Catalonia: only for the luxury trade (Court and wealthy circles) or also for the learned world of the scriptoria in cathedrals and monasteries or even the learned centers of Castile? Does Ripoll enter the picture?
- was there a larger market for eyeglasses in the Mediterranean world of the Crown of Aragon Consortium?

⁸ Williams, Leonard, *The arts and crafts of older Spain*, 2 Vols, 1907: Vol. 2, pp. 232 & 235, from Ilardi.

⁹ Ilardi, p 149. Ilardi suggests that these spectacles could have been imported and then re-exported.

Answers to these, of course, would require larger scale investigations.

But, as I have already suggested, there is at least one other question, a fundamental one in my view, which needs examining here: what did Josep M.a Simon Guilleuma have in mind when he used the word *telescope*? Or more precisely, what was it that Joan Roget invented? It turns out that the answer has more complications than students of the subject have imagined until very recently. In 2008 Rolf Willach, an optical engineer and independent scholar based in Switzerland, published a study entitled: "The Long Route to the Invention of the Telescope"¹⁰. Over many years Willach had searched archives, museums and private collections all over Western Europe (except, unfortunately, Spain) for all types of polished reading aids. These included: 1) the early "reading stones", *lapides ad legendum*; 2) the lenses used in certain reliquary cases for the viewing of the relics inside; and 3) lenses for the correction of normal vision deficiencies, myopia and presbyopia. As an optical physicist he could examine them for the composition and quality of their glass, how their pre-polishing blank discs were produced, how those discs were actually ground and polished, and finally their quality as lenses. The result is that now, for the first time, we have a detailed, empirical-operational account of how, over several hundred years, optical craftsmen developed the means of producing lenses good enough to be used in the early "far seeing tubes" [or "tube glasses"]: this by about the middle of the 16th century. Here it would be inappropriate to try to recount his entire story, but we do need to look at a few of the salient points.

Willach began his exposition by clearly defining what he intended by "telescope"¹¹. For him:

"A telescope may be defined as an optical system whose resolution of distant objects is superior to what one would see with the naked eye." He then continued: "In this definition we find no hint of the construction of that instrument: the emphasis falls solely upon the crucial issue of improved resolution. Therefore, an optical device that enlarges distant objects without providing a clearer image of their details is not a telescope, even if its construction is exactly the same."

Obviously this is a severe definition, and many might be inclined to dismiss it. But by staying with it, Willach has found an explanation for the apparent fact that no one had made a "far seeing tube" until the last decades of the 16th century and even why these "far seeing tubes" were not yet astronomical quality telescopes. Among the steps over the centuries were:

- In Antiquity, B.C.E. that is, artisans already could use rotating mechanisms and polishing media to grind and polish high quality rock crystal lenses¹².
- In the Early Middle Ages, in the last centuries before the turn of the millennium, Middle Eastern grinding techniques spread to France, Germany, Switzerland and Italy. (Willach does not mention the Iberian Peninsula, even though it probably ought to have been included.) These were used to make "reading stones", polished pieces of rock crystal or beryl¹³, which could be laid directly on a manuscript one wished to read, essentially what we would call magnifying glasses.

¹⁰ Willach, Rolf, *The Long Route to the Invention of the Telescope*, in *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol. 98, Part 5, 2008.

¹¹ Willach, p. 1.

¹² It has been suggested that these early lenses were used as 'burning glasses' to light ritual fires directly from the sun in sacred settings. P. Solani, *Storia del cannocchiale*, in *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno LI, Novembre-Dicembre, 1996, pp. 805-872: pp. 815-822.

¹³ The apparent source for the German word Brille, eyeglasses.

- In the Later Middle Ages, 12th and 13th centuries, monks working in monastery shops found that a single thin convex lens of rock crystal, placed directly in front of the eye and not on the manuscript itself would allow a far sighted person, a presbyope, to read that manuscript.
- In the Late 13th century Venetian glass workers discovered that by using natron from Egypt, essentially substituting soda ash for potash (pot-assium-ash), either partly or wholly, for the production of glass (as distinct from rock crystal) resulted in a glass with much improved optical qualities. This new glass, which they called *christallum*, was uncolored and relatively free of bubbles^{14, 15}.
- Also in the Late 13th century: probably also in Venice, glass workers began using the new *christallum* to make lenses, initially used singly in a frame with a handle, what we would later call a *lorgnette*.
- Again in the Late 13th century, optical craftsmen developed the technique of making lens blanks by blowing a glass sphere or bubble and "cutting" two to three centimeter discs from it by pressing the end of a cooled copper tube against the surface while it was still hot. Both the outside and inside surfaces of the proto-lens were smooth and almost spherical. To make a plano convex lens, only the inside surface needed to be ground flat; and to make a concave lens only the outside surface needed to be ground flat. Unfortunately, both types of lens normally had a flaw, an astigmatism resulting from the fact that the 'spherical' surfaces were not quite such; the hot bubble of glass tended to slump, creating an asphericity and thereby an astigmatism. But with nearly identical blanks the resulting lenses could be united in pairs in single frames, that is: eyeglasses, *ulleres*.
- By about 1500 lens makers switched from the above bubble technique to that of cutting lens blanks from flat plates. These flat plates, essentially window glass, were created by the glass blower who first blew a cylindrical bottle; he then cut off the ends of the bottle and laid the sides out flat. These lens blanks thus had two flat surfaces. The lens maker then created the desired curved surfaces of the lenses, both positive and negative, by grinding the lens blanks against molded shapes.
- By the middle of the 16th century, then, an experienced craftsman, taking great care, could produce concave and convex lenses which, when mounted in the right way, would allow a user to see an object on the order of three times larger or one-third the distance away. And the evidence is that many optical workers and others did just this¹⁶. What they saw with these "far seeing devices", however, was only an enlarged image, recognizable but probably with even less resolution of the details than that of the naked eye. In other words, not yet a telescope in the sense of initial requirements of this investigation.

¹⁴ See also: Verità, Marco, *Produzione vetraria in Europa al tempo di Galileo*, in Giorgio Strano (a cura di), *Il Telescopio di Galileo, Lo strumento che ha cambiato il mondo*, Firenze, Giunti Editore, 2008-2009, pp.178-185. There is a considerable difference in the details here and those given by Willach. I am not in a position to judge between them. For the present I will follow Willach, but the accounts will have to be reconciled.

¹⁵ Naturally occurring natron is mostly sodium carbonate or more precisely, sodium carbonate decahydrate ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

¹⁶ See: Settle, Thomas B., *Danti, Gualterotti, Galileo: their Telescopes*, in *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, 61/5 (2006): 24-37.

Finally, according to Willach, there is no evidence that the early decades of the next century, the 17th, saw any substantial improvements in the quality of lenses available. The opticians of the Low Countries, Venice, Florence and other European centers in 1608 had lenses of no better quality than those that had been available for the previous thirty or forty years. In other words, until the fall of 1608 they could only construct what would then be a normal "far seeing tube" with low magnification and poor resolution. The question is, then, how was it that Johann Lipperhey was able to create a telescope, a telescope by Willach's criterion, in the fall of that year. The answer is that Lipperhey found that by placing a holed diaphragm, a circular piece of paper with a hole in its middle about one centimeter or centimeter and a half wide, in association with the convex lens of the "far seeing tube", the lack of sufficient resolution of the image was greatly diminished; in plain words, the resolution became greater than that of the naked eye, and the instrument became a *telescope*. The reason for this was in the nature of the available lenses themselves. Willach had found that the best of those standard lenses had a uniform spherical curvature only in a small area around their centers. Away from those centers the curvatures changed non uniformly, generally becoming greater, thus making it impossible for the instrument to have a single, precise focus and a high resolution. By using a holed diaphragm, Lipperhey eliminated the interference from the outer edges of the lenses, allowing the viewer to see an object's details, otherwise essentially blurred.

The rest of this immediate story is well known. Lipperhey's 'secret' became known and rapidly spread, both by letter and face to face, 'live' as it were, by travelers. Then, by the spring of 1609, actual instruments began reaching Italy. We do not know how detailed most of the written or voiced descriptions were or how faithful the actual instruments were, but in the summer of 1609, Galileo, probably already polishing his own objective lenses and using diaphragms, constructed a nine power instrument. He went on polishing consistently better lenses, which allowed him to construct even higher powered telescopes which, in turn, led to his astronomical discoveries. That, naturally, is a separate story.

At this point it is worth noting that early in the 20th century Vasco Ronchi had set the stage for Willach's results: first by developing the "Ronchi Test" for establishing the optical sphericity of lens surfaces (which Willach himself used) and, second, in his own investigations of Galileo's lenses first published in 1923¹⁷. In the latter he drew attention to the imperfections in Galileo's early lenses along with the improvements as Galileo developed his polishing techniques and moved to higher power telescopes. He saw and noted the diaphragms in the existing two examples, but apparently he took them for granted, not realizing that they may have been the key to the 'invention' of the astronomical quality instruments. He did not pursue the question of the history of the optical quality of the glass itself, but he did conclude that the very possibility of an astronomical telescope derived exclusively from many incremental improvements over time in the artisanship within the glass and lens working crafts with no input from theoretical optics¹⁸.

¹⁷ Ronchi, Vasco, *Sopra i cannocchiali di Galileo*, in *L'Universo*, Anno IV (1923), Num. 10, pp. 791-804. This paper has been reprinted several times, most recently in the *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno 48 (1993), n. 2, pp. 147-160. It has also been published in two different English translations: *On Galileo's Telescopes*, in the *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno 47 (1992), n. 1, pp. 131-145, and *On Galileo's Telescopes*, in the *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno 64 (2009), n. 3, pp.437-451.

¹⁸ Ronchi, Vasco, *Galileo e il cannocchiale*, in *Scientia*, Anno 37(1943), 5 pp. In the abstract he wrote: La ricostruzione delle cognizioni scientifiche nel campo dell'ottica all'epoca dell'invenzione del cannocchiale porta a concludere che questa invenzione non fu un parto della teoria, ma il frutto di tentativi fortunati da parte di artigiani occhialai; per di più, quando lo strumento fu messo in circolazione, tutto l'ambiente scientifico gli si dichiarò nettamente e recisamente ostile. L'A. definisce le ragioni di questa ostilità, e dimostra che essa era conseguenza necessaria delle cognizioni ottiche dell'epoca, dell'indirizzo degli studi filosofici, e della condizione tecnicamente misera dei primi strumenti. Da questo esame risulta definita l'azione galileiana, dal punto di vista tecnico e da quello filosofico.

To return to our own story, we have to return to Catalonia and my original questions: what did Dr. Simon Guilleuma have in mind when he used the word *telescope*; and what did Joan Roget actually invent in Girona? -- My own feeling is that Joan Roget did not construct a telescope, that is a telescope in Rolf Willach's restricted sense, a telescope which provided better image resolution than the naked eye. Instead, Joan did what several of his contemporaries were doing in the same period, experimenting with what I have called a "far seeing tube", an approximately three power instrument with poor resolution. My guess is that his lenses were no better in quality than those of lens makers elsewhere. Substantially improved lens polishing, yielding larger objective lenses with larger areas of optically spherical surfaces, would only come later in the 17th century. Moreover, in his account of the visit to Girona, Girolamo Sirtori made no mention of a circular disc of any kind, much less one with a hole in the middle, the final link in the chain of events leading to Lipperhey's creation of an astronomical quality instrument. With regard to Simon Guilleuma, when he wrote the two papers of 1959 he reasonably assumed what every other student of the subject had assumed up to that time: that towards the end of the 16th century the 'inventing' of the telescope only required the putting together of two already existing lenses of suitable dioptric value, a thin, convex objective and a strong concave eyepiece. Until Willach's recent work, and apart from Vasco Ronchi's studies, no one had made the detailed technical analyses of the lenses themselves and the history of how they were produced. Obviously, mine is not a criticism of Simon Guilleuma's work so much as a comment on the state of lens studies both at his time, and until Willach's work.

* * *

In what we have seen thus far, what Simon Guilleuma did was to call (or try to call) attention to the Catalan side of the telescope story. In a real sense, though, in a good part of his earlier work, including the first paper of 1923 and what I will call the "near publications" of the *Notes per le Història de les Ulleres*, he was also calling attention to the Catalan side of the long history of the lens and eyeglass story, implicitly including its possible links with centers in the rest of Europe and elsewhere. I do not know how much Simon Guilleuma knew of Catalan-Mediterranean history, but I have become impressed with the importance of the so-called 'Crown of Aragon Consortium' for the easy exchange of goods (which presumably could include lenses and eyeglasses) and of technical know how, as well as the trained craftsmen themselves. From the 12th through the 15th centuries Aragon 'controlled' commercially Valencia, Catalonia, the Balearic Islands, Corsica, Sardinia, Italy south of Rome, and Sicily and had strong ties to other maritime powers around the Mediterranean. One thinks of the coast of Provence, Genova, Pisa (effectively the 'port city' of Florence) and Venice, for instance. While traveling by sea was not exactly as easy as going by our own autostrade, it was very much better than walking and using a mule to carry one's goods. I have mentioned that Rolf Willach had proposed that a better glass and eye glasses were first made in Venice in the last decades of the 13th century. If that is so, the news and the technical capacities reached Pisa and Florence almost immediately. While it is true that both could have arrived by land, via Bologna and over the Apennines, they also could have come by sea and in the same way spread along the Occitan coast, past the County of Roussillon and on to Barcelona and Valencia. Speculation, obviously, but legitimate speculation in my view: one incident in Simon Guilleuma's life suggests that he may also have had such a suspicion. Rafael Menacho reported recently that Simon Guilleuma took the opportunity of a trip to Florence to investigate a story that the inventor of spectacles was buried in the Church of Santa Maria Maggiore of that city. He had heard that in it there was supposed to be a tomb with the following inscription¹⁹:

¹⁹ Menacho, Rafael, *Història del les Ulleres*, in *Gimbernat. Revista catalana d'història de la medicina i de la ciència*, 40 (2003), 41-44: p 42.

"Aqui reposa Salvino Armati dels Armati de Florença, inventor de les ulleres. Deu perdoni els seus pecats. 1317".

When he arrived at the church and asked if he could see the tomb and whatever documents might pertain to it, he was told that there was no such tomb and never had been. (We do not know when Simon Guilleuma made this trip; it could have been in the 1930s or in the years after the Second World War.) What Simon Guilleuma did not know on that occasion was that the story of the Florentine invention of eyeglasses by one Salvino degli Armati was a complete fabrication, a falsification, which had been exposed in 1920 by Isidoro Del Lungo in an article entitled *Le vicende d'un impostura erudita*, in the *Archivio storico italiano*.²⁰ Given the difficult times, the said journal may not have reached Barcelona. What the story tells us, however, is that Simon Guilleuma was a dedicated pursuer of the history of lenses and eyeglasses, wherever any hints might lead him to suspect the existence of useful information. Many other examples of this exist in what I have come to call his "near publications".

These "near publications" are a group of essays, which I have already mentioned, many of which were drafted and set into print, beginning possibly as early as 1922 and ending in 1930, with the intention of publishing them as a collection under the title *Notes per a la Història de les Ulleres*. [See the list of these *Notes* in the *Essential Bibliography* which follows.] They consist of the 16 pre-publication proof copies without, continuous pagination, which I received from Barcelona. For each I have given both the gathering letter and the number of pages in the given gathering. In addition I have included in single {}s the gathering letters and titles of proof copies which presumably once existed; and I have included in double {}s two titles for which there is no gathering letter. All of these I took from cross referencing in the 16 items I do have.

Although conventionally we give the beginning of these *Notes* as 1922, in fact, apart from the date of the printing of the *IV* gathering, December, 1930, we do not have specific dates for the others. It is reasonable to suppose, however, that they fall, more or less between the *De l'ús de les Ulleres ...* of 1923²¹, and the already indicated 1930, in other words before the 1933 paper *Una notícia històrico-medical*. It seems to me that there are several things to mark. First of all, there are two *I* gatherings: a typesetter's error? Then there were a minimum of 16 gatherings and possibly as many as 20 or 22. And then there the gaps in the list; at this point we do not know if there were essays drafted for them but not set to print or if the respective gatherings are simply missing in the Simon Guilleuma papers. The *IA* might well have been left open with the intention of writing an introduction on the eve of issuing the whole volume. One other thing to note is that although at least 16 were set to print not all of them were ready for print. A number of them, for instance, lack all or some of the intended illustrations, even though suitable spaces had been left open in the texts. These observations, plus the fact that the volume as a whole is not listed in any general bibliographical or library catalogue that I could find, have led me to conclude that the composite whole was never issued: hence my label "near publications". With what little I know, I would guess that the final publication was blocked because of its essentially Catalan focus, but obviously that suggestion would need checking.

If we look at the titles themselves, what we find is a list of short essays which might well be thought of as extended footnotes for an eventual book-length *History of Lenses and Spectacles*. On the basis of the complex cross citing of the essays it would be wrong to assume that the alphabetical order of the gatherings reflects the sequence of the composition of the *Notes* (*IB* before *IC* before *ID*, etc.)

²⁰ See: Ilardi, pp 13-18. Isidoro Del Lungo, *Le vicende d'un impostura erudita*, *Archivio storico italiano*, LXXVIII, V, 1 (1920), 48-49.

²¹ Simon de Guilleuma, J. M. 1923, *De l'ús de les ulleres in els països de la Confederació Catalano-Aragonesa en el segle XIV*, València, III Congrés d'Hist. de la Corona d'Aragó, Vol. I (1923), 485-501.

and thereby assume that early on Simon Guilleuma was thinking in terms of a history of the subject mainly in Catalonia, only later widening his horizons to include Northern Italy, the Scandinavian countries, the major glass centers of Germany, and the developments in the Netherlands. However, if we also look at the contents of the essays, we find that right from the beginning he was casting his net rather widely, already looking for clues and sources from around Western Europe and the Mediterranean. Sometime in the process, we do not know when, he "discovered" the Girolamo Sirtori book and subsequently the Roget of Girona. This in turn led to his archival investigations in Barcelona and Girona plus a trip to the archives of Angouleme. A nice story of historical detective work indeed! Where might these researches have led had they not been impeded by troubled times in Spain and Europe at large?

With regard to these observations, it would seem that, although not specifically part of the *Notes ...*, the paper published in 1923, *De l'us de les ulleres ...*, has title to being a full member of the series: see Figure 1.

As for the *Notas ...* themselves, the titles in the following Essential Bibliography will provide an overall sense of the range of Simon Guilleuma's researches. And the three following illustrations will show a bit of the content.

- Fig. 2: Gathering D, *Les ulleres en els scriptoria ...*, a view of a fragment of a sculpture of Sant Joan.
- Fig. 3: Gathering H, *Les ulleres en les marques del paper*, a sample of 15th century water marks for paper, including one from Perpignan in 'Greater Calalonia'.
- Fig. 4: Gathering B, *Les ulleres en els cognomens*, one of many instances of "spectacles" becoming part of family names.

* * *

What becomes evident from this review, I think, is that the invention of the astronomical telescope required a much more complex set of background circumstances than we have imagined until recently. Behind it was a long history which included the discovery of naturally transparent crystals, rock crystal and beryl, for instance, which could be ground and polished for whatever purposes, including the making of lens like objects. Then there was the discovery of the means for making a new, artificial-transparent substance out of ordinary sand, Silicon Dioxide, what we call glass. But because the melting of sand requires a very high temperature there was needed a substance which could be added to the sand to lower that temperature; this initially turned out to be potash, derived from the burning of plant materials. The glass obtained, however, was green and tended to be filled with small bubbles. The next step was the use of natron from Egypt which would serve as well as potash and would produce a clear glass with fewer bubbles. With these developments we arrive in the late 13th century in Venice and Northern Italy, including Tuscany. The still open question is how quickly this practical knowledge diffused to the rest of Europe including, for our purposes, the Iberian Peninsula.

The second major component of the background circumstances was the evolution of the craft techniques for the grinding and polishing of these transparent substances. These originated in Antiquity, and this craft knowledge presumably lasted both in the Eastern Mediterranean and in the West through the so-called Dark Ages. As the West began to revive just before the turn of the millennium, the year



Fig. 2. Gathering D, Les ulleres en els scriptoria ..., a view of a fragment of a sculpture of Sant Joan.

1000, these crafts also revived. For our purposes, the open question is when and under what circumstances did they revive in Catalonia and the rest of the peninsula.

The third strand of these background developments involved the specific techniques required for the creation of lenses. Around 1300 glass workers created ever better means of providing blank glass discs suitable for the making of lenses. These in turn provided the occasion for the growth of a specialized lens making craft. It seems to me that it was no simple coincidence that clear, good quality glass, the relatively simple means of providing blank discs, and improved polishing techniques all arrived at about the same time. Along with the invention of eyeglasses!

Exactly when and how the knowledge and practice of these crafts reached Catalonia is an open question. But it should be obvious from what we have seen of the results of Simon Guilleuma's researches that they had already been implanted in the Iberian Peninsula by the early 14th century.

Finally, I think, there is a fourth required strand leading to the possibility of the creating what I have called the first "far seeing tubes". This was the proliferation of lens and eyeglass making shops plus, of course, the number of craftsmen and artisans associated with them. To my knowledge we do not know what the initial demand for spectacles was in the early 14th century, possibly only for inexpensive types on the part of scholars who required only plain frames plus a few of the rich who

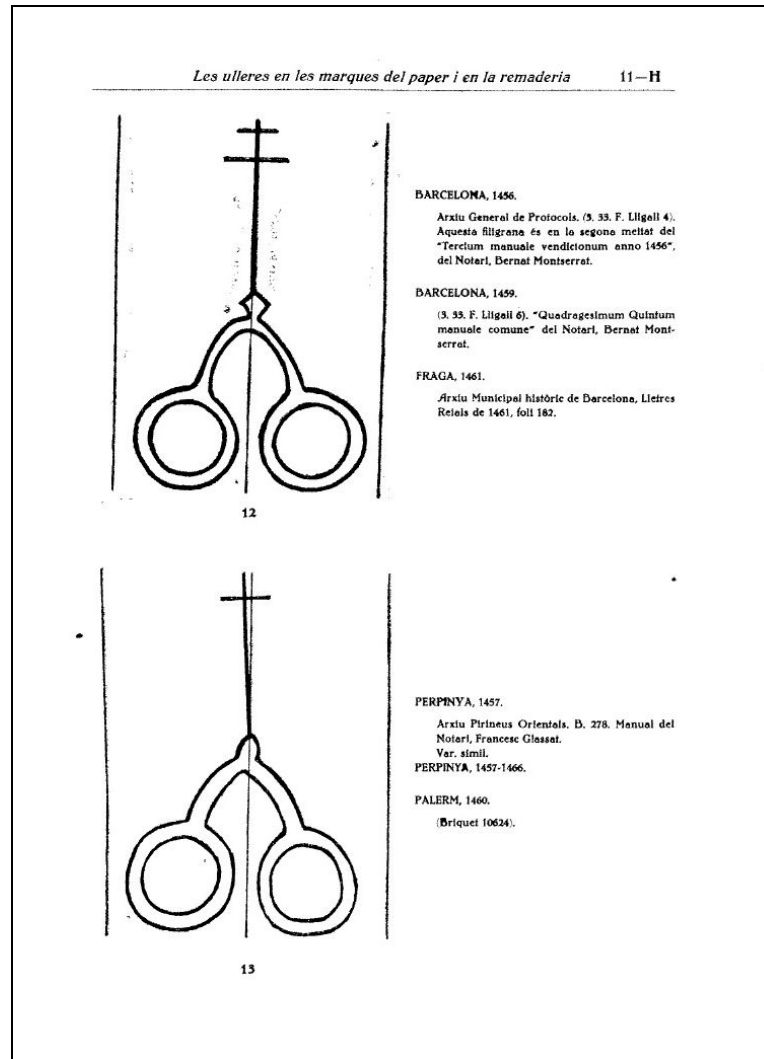


Fig. 3. Gathering H, Les ulleres en les marques del paper, a sample of 15th century water marks for paper, including one from Perpignan in 'Greater Catalonia'.

could afford gold frames. But the market obviously developed quickly; elderly (and therefore) presbyopic bankers, merchants and even shop keepers needed them to manage their account books both of cash and of goods (money and logistic accounts), and an increasing tribe of civil bureaucrats, lawyers and notaries needed them to keep their own records. Optical shops and craftsmen multiplied while polishing techniques improved. Finally about the middle of the 16th century optical shops, craftsmen and lenses had a sufficient density in several European centers for interesting mutations to occur. Craftsmen began putting lenses together and creating "far seeing tubes". This happened in several places in Europe, and it happened in Catalonia, specifically in Girona. What we do not know at this point is whether it happened also in other places in the Iberian Peninsula, in Valencia for instance, or in Castile.

The point here is that behind the evolution towards the telescope was an evolving artisan-technical capacity along with an associated evolution of the economic and social structures which, combined, created the preconditions for the invention.

A few of the questions I have at this point are: 1) How did the said developments from the early 14th century on in Catalonia compare with those in Italy and elsewhere?; 2) Were there similar developments in "Greater Catalonia", including Valencia and elsewhere? 3) Did the expulsions have any effect of the requisite evolutions? Answering questions like these could tell us something about the

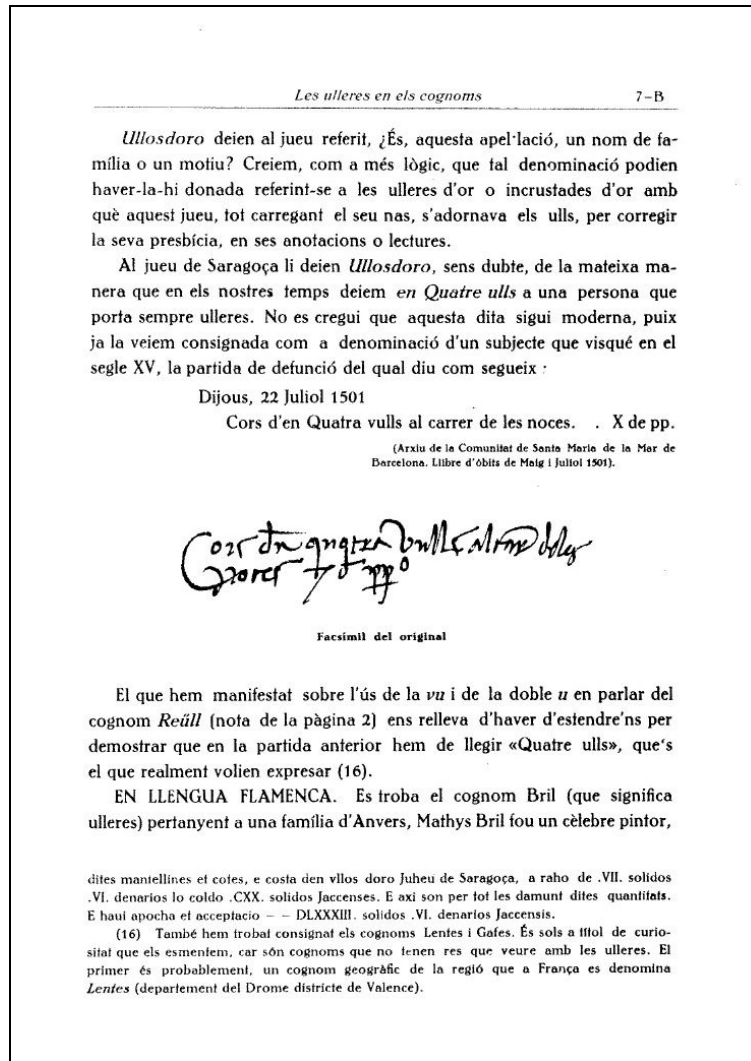


Fig. 4. Gathering B, Les ulleres en els cognoms, one of many instances of “spectacles” becoming part of family names.

nature of the interaction between a society, its culture and its basic technical underpinnings, the interactions over a stretch of time.

Where to start? With regard to Catalonia and the Iberian Peninsula the best place to start would be where Dr. Josep Maria Simon Guilleuma left off. In the papers we have examined briefly, especially these “near publications”, he has left a marvelous body both of particular information and of suggestions of how and where to look for further data.

Essential Bibliography

SIMON de GUILLEUMA, historical studies
[also cited as Simon Guilleuma]:

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1923), *De l'ús de les ulleres en els països de la Confederació Catalano-Aragonesa en el segle XIV*, València, III Congrès d'Hist. de la Corona d'Aragó, Vol. I, 485-501

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M., *Notes per a la Història de les Ulleres*, Barcelona, Impremta Badia:

- Les ulleres donant lloc a la formació de cognoms, sobrenoms. Signatures jeroglífiques amb ulleres. /B/ 12 pp
- Les ulleres en el folklore en català i en altres idiomes derivats del llatí. /C/ 12 pp
- Les ulleres en els scriptoria catalans de l'edat mitjana. /D/ 12 pp
- Les ulleres angulars clavades en l'escultura i pintura catalana quatrecentista. } /E/ 11 pp
- Ulleres angulars de molla de finals del segle XV o principis del XVI. } /F/ 5 pp
- Noves dades referents a les ulleres angulars de pressió (segles XV i XVI). /F' / 12 pp
- Representació de les ulleres en escuts. /G/ 16 pp
- { **[Representació de la ulleres en escuts] en segells.** (Cited: 6-V) /G' / }
- { **Les ulleres en les marques personals dels oficis.** (Cited: 7-G) /G'' / }
- { and/or **Les ulleres en les marques industrials.** (Cited: 6-V) /G'' / }
- Les ulleres en les marques de paper i en la ramaderia. } /H/ 28 pp
- Detalls sobre les llengüetes que apareixen en les ulleres angulars. } /I/ 4 pp
- Les ulleres en el segle XVII. /J/ 26 pp
- Les ulleres per a visió llunyana. Llur primera representació. (1482). /M/ 4 pp
- Les ulleres en la imatgeria popular catalana. Estampes i Goigs, Romansos, Ventalls, Auques i Rajoles. /O/ 44 pp
- { **Notícies sobre ulleres, tretes del llibre de Duanes de Catalunya, dits d'entrades i eixides.** (Cited: 1-V) /P/ }
- { **Notícies sobre ulleres, tretes d'inventaris catalans.** (Cited: 1-R, 19-R) /Q/ }
- Evolució soferta per la primera guarnició d'ulleres, diferents tipus adoptades, formes de transició. /R/ 20 pp
- Algunes característiques de les ulleres antigues i els seus estoigs en els països escandinaus. /T/ 13 pp
- Algunes impressions d'un viatge per Alemanya referents a les ulleres antigues i a l'antic gremi de mestres ullers de Nuremberg. /U/ 9 pp
- Fets de la Història dels Països-Baixos recordats amb les ulleres. /V/ 10 pp
- {{ **Les ulleres en els inventaris catalans.** [Poss. Q; see R] /??/ }}
- {{ **Les ulleres en emblemes i al·legories.** /??/ }}

[[Note that the proof copies of /E/, /F/, /H/, /I/ lack several planned illustrations. And that still missing from list are gatherings: /A/, /K/, /L/, /N/, /S/; it is possible that /A/ was left open for an introductory essay just prior to publication.]]

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1933),

-

en un manuscrit del XIV segle a la Biblioteca Capítular de la Seu de Saragossa;

-

medical del Dr. Josep M. Simon de Guilleuma. [With facsimiles.], Barcelona, La Renaixença.

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1943), José M. *Jacobo Daviel, oculista del Rey Luis XV, Su instrumental, biografía y viajes.* [With illustrations, including a portrait.], Laboratoris del Norte de España, Masnou, Barcelona.

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1958), *Comentaris del*

Cervera, Museu Duran i Sanpere.

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1958), «Crescas Abnarrabi, medico oculista de la aljama leridana», in *Sefarad*, Año XVIII, Fasc. 1, 83.

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1959), «Jaime de Bofill, cirujano del Emperador Carlos V», in *Medicamenta*, no. 349, 14-XI-1959.

See: S.S.V., below.

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1959), «Juan Roget, óptico gerundense, inventor del telescopio y Los Roget de Barcelona, constructores del mismo, Notas Bibliográficas», in *Boletín de divulgación histórica de ciudad de Barcelona (Instituto Municipal de Historia)*, Vol. 10, Nº. 775, 19.X.1959. (Divulgación histórica de Barcelona [Texto impreso]: textos del boletín semanal radiado a través de Radio Barcelona, por el Instituto Municipal de Historia de Barcelona / Ayuntamiento de Barcelona) Broadcast Transcript available at the Barcelona Arxiu. See: S.S.V., below.

SIMON DE GUILLEUMA, Josep M. (1960), «Juan Roget, optico español inventor del telescopio», in *Actes du IXe Congrès international d'histoire des sciences*, Barcelona-Madrid, 1-7 septembre, 1959: 2 Vols., Barcelona, Asociación para la Historia de la Ciencia Española, pp. 708-712.

Related original source:

SIRTORI, Girolamo [m. 1631] (1618), *Telescopium, siue Ars perficiendi nouum illud Galilaei visorium instrumentum ad sydera : in tres partes diuisa, quarum prima exactissimam perspicillorum artem tradit, secunda telescopii Galilaei absolutam constructionem & artem aperte docet, tertia alterius telescopii faciliorem vsum & admirandi sui adinuenti arcanum patefacit.*

Secondary Literature:

DEL LUNGO, Isidoro (1920), *Le vicende d'un impostura erudita*, Archivio storico italiano, LXXVIII, V. 1, 48-49.

DUPRÈ, Sven (2005), «Ausonio's mirrors and Galileo's lenses, the telescope and sixteenth-century practical optical knowledge», in *Renaissance optics, instruments, practical knowledge and the appropriation of theory*, Berlin, Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2003. Preprint, pp. 37-77. Also in: *Galilæana*, A. 2, pp. 145-180.

DUPRÈ, Sven (2008), «Die Ursprünge des Teleskops. Von der Lesebrille bis zum astronomischen Fernrohr», in *Sterne und Weltraum*, Januar, pp. 44-54.

ILARDI, Vincent (2007), *Renaissance Vision from Spectacles to Telescopes*, Philadelphia, American Philosophical Society. See: pp. 148-150.

LÓPEZ PIÑERO, Jose Maria (1979), *Ciencia y técnica en la sociedad española de Los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor, pp. 190-191.

MENACHO, Rafael (2003), «Història de les Ulleres», in *Gimbernat. Revista catalana d'història de la medicina i de la ciència*, 40, 41-44:

<http://www.raco.cat/index.php/Gimbernat/article/view/44890/54658>

NAVARRO BROTONS, Victor (2001), «Galileo y España», in *Largo campo di filosofare. Eurosymposium Galileo 2001*, Dos Montesinos y Carlos Solís, eds., La Orotava, pp. 809-829.

NAVARRO BROTONS, Victor (1976), «Los Roget», in LÓPEZ PIÑERO, J.M.; NAVARRO BROTONS, V.; PORTELA MARCO, E., *Materiales para la historia de las ciencias en España: S. XVI-XVII*, Valencia, Pre-Textos, pp. 43-44.

NAVARRO BROTONS, Victor (1983), «Roget (Familia) », in LÓPEZ PIÑERO, J.M.; GLICK, T.; NAVARRO BROTONS, V.; PORTELA MARCO, E. (ed.), *Diccionario Historico de la Ciencia Moderna en España*, 2 Vol., Barcelona, Vol. 2, pp. 257-259.

NAVARRO BROTONS, Victor & LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1983), «Galileo and Spain», in *Firenze e la Toscana dei Medici nell'Europa del '500*, 3 Voll., Firenze, Leo S. Olschki, pp. 763-776. See p. 766.

NAVARRO BROTONS, Victor & SALAVERT, Vincent Ll. (2007), «El conreu de les disciplines matemàtiques», in VERNET, J.; PARES, R. (ed.), *La ciència en la història dels Països Catalans*, Institut d'Estudis Catalans / Universitat de València, Vol. II, pp. 141-149. See pp. 148-149.

PELLING, Nick (2008), «Who invented the telescope?», in *History Today*, Vol. 58, Issue 10, pp. 26-31.

Available on line from *History Today*.

Downloading requires (free) registration:

<http://www.historytoday.com/nick/pelling/who-invented-telescope>.

PICATOSTE Y RODRÍGUEZ, Felipe [1834-1892] (1891), *Apuntes para una biblioteca científica española del siglo XVI: estudios biográficos y bibliográficos de ciencias exactas físicas y naturales y sus inmediatas aplicaciones en dicho siglo*, pp. 269-272.

(Premiado por la Biblioteca Nacional de Madrid y donde reúne Los datos biobibliográficos de Los científicos españoles que durante el siglo XVI despuntaron en sus campos respectivos.)

RONCHI, Vasco (1923), «Sopra i cannocchiali di Galileo», in *L'Universo*, Anno IV, Num. 10, pp. 791-804.

This paper has been reprinted several times, most recently in the *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno 48 (1993), n. 2, pp. 147-160.

It has also been published in two different English translations: «On Galileo's Telescopes», in the *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno 47 (1992), n. 1, pp. 131-145, and «On Galileo's Telescopes», in the *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, Anno 64 (2009), n. 3, pp.437-451.

RONCHI, Vasco (1942), *Galileo e il Cannocchiale*, Casa Editrice Idea, Udine, 1942-XXI.

RONCHI, Vasco (1943), «Galileo e il cannocchiale», in *Scientia*, Anno 37, 5 pp.

RIERA I BAGUÉ, Josep M. (1987), *Documents de la historia de Corbera de Llobregat: basat en la investigació històrica de Josep Ma Simón i de Guilleuma*, Arxiu a cura de Joan Costa y Simón, Corbera de Llobregat, Ajuntament de Corbera de Llobregat.

RUEDA SÁNCHEZ, Ana M. (1993), *Contribucion al estudio de la historia de la optometria en España*, Tesis Doctoral para aspirar al Grado de Doctor. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.

SCHNELLI, Ivar (1935), «En anakronistisk detalj i den medeltida ikonografien», in *Fornvännen*, h. 1, pp. 19-34.

[Zusammenfassung: p. 34]:

http://fornvannen.se/pdf/1930talet/1935_019.pdf

SETTLE, Thomas B. (2006), «Danti, Gualterotti, Galileo: their Telescopes», in *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, 61/5: 24-37.

SIMÓN TOR, José M.; SIMÓN CASTELLVÍ, Sara Isabel; SIMÓN CASTELLVÍ, José M.; SIMÓN CASTELLVÍ, Guillermo (2003), «Josep Maria Simón de Guilleuma (1886-1965): Oftalmòleg i Historiador», in *Gimbernat. Revista catalana d'història de la medicina i de la ciència*, 40, 187-197: <http://www.raco.cat/index.php/Gimbernat/article/view/44904/54671>

SIMÓN TOR, Josep M. (2003), «La cirurgia catalana als segles XIV, XV i XVI», in *Gimbernat. Revista catalana d'història de la medicina i de la ciència*, 40, 27-40: <http://www.raco.cat/index.php/Gimbernat/article/view/44889/54657>

SIMÓN TOR, J. M., et alia (2004), «Els ciurgians de Saragossa i València a la baixa edad mitjana», in *Gimbernat. Revista catalana d'història de la medicina i de la ciència*, 41, 303-312:

<http://www.raco.cat/index.php/Gimbernat/article/view/44951/60373>

S.S.V. [Santiago SOBREQUÉS I VIDAL] (1959), «Notas Bibliograficas: Jose M. Simón de Guilleuma, Juan Roget óptico gerundense ...», in *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins*, Vol. 13, pp. 413-414: <http://www.raco.cat/index.php/AnnalsGironins/article/viewFile/53695/64129>

S.S.V. [Santiago SOBREQÜÉS I VIDAL] (1959), «Notas Bibliograficas: José M. Simón de Guilleuma, Jaime de Bofill ...», in *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins*, Vol. 13, pp. 414-415:

<http://www.raco.cat/index.php/AnnalsGironins/article/viewFile/53695/64129>

VAN HELDEN, Albert (1977), «The Invention of the Telescope», in *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol. 67, Part 4, Philadelphia.

VERITÀ, Marco (2009-2009), «Produzione vetraria in Europa al tempo di Galileo», in STRANO, Giorgio (ed.), *Il Telescopio di Galileo, Lo strumento che ha cambiato il mondo*, Firenze, Giunti Editore, pp.178-185.

VERNET, Juan (1975), *Historia de la Ciencia Española*, Madrid, Instituto de España, Cátedra "Alfonso X el Sabio", 1975, p. 117.

WILLACH, Rolf (2008), «The Long Route to the Invention of the Telescope», in *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol. 98, Part 5.

ZECCHIN, Luigi (1957), «I cannocchiali di Galilei e gli "occhialieri" veneziani», in *Giornale economico* (della Camera di Commercio di Venezia), Novembre, pp. 3-36.

Web based literature:

ESTEBAN DE ANTONIO, Mario (Dr.) (1999), «La Oculistica en Los viejos "Lapidarios". Apuntes Historicos», in *Anales de la Sociedad Ergoftalmológica Española*, (1-2): <http://www.oftalmo.com/erqo/erqo1999/09.htm>

ESTEBAN PIÑERO, Mariano (2009), *Javarm: ¿Telescopo Español? (Ollera De Larga Vista)*, (19/09/2009) on line:

<http://geneura.ugr.es/~jmerelo/atalaya/p rint.cgi?id=/historias/59550&nombre=java rm>

and:

<http://javarm.blogalia.com/historias/5955 0>

PELLING, Nick (2008), *Juan Roget Bibliography*, (22/11/2008): <http://www.ciphermysteries.com/juan-roget-bibliography>

PELLING, Nick (2009), *The Juan Roget telescope inventor theory, revisited ...* (21/06/2009): <http://www.ciphermysteries.com/2009/06/21/the-juan-roget-telescope-inventor-theory-revisited>

«Un estudi atribueix l'invent del telescopi a l'òptic gironí Joan Roget», at *Diari de Girona*:

http://www.diaridegirona.cat/secciones/noticia.jsp?pRef=2008091600_9_287371_Cultura-estudi-atribueix-linvent-telescopi-iptic-gironi-Joan-Roget

Citations taken from ILARDI: pp. 148-149:

BORJA DEVESA, José M. (1990), *Historia grafica de la óptica*, Barcelona, p. 42, 46-73.

[in 1596 guild of spectaclemakers was organized in Barcellona, and see ENOCH, ...]

CARRÈRE, Claude (1967), *Barcelone, centre économique à l'époque des difficultés, 1380-1462*, 2 Vols. Paris, Vol. I, p.382.

ENOCH, Jay M.; CALVO, Maria Luisa;
STRADA, Elisabetta (1998), «Una evidencia
del uso de lentes correctoras en la España
del s. XV», in *Revista española de física*
XII/2, pp. 55-57.

FROTHINGHAM, Alice W. (1963), *Spanish
Glass*, New York, pp. 11-65.

[Already at the end of the 15th century
Barcelona was making enamelled glass
which rivalled the Venetian]

HEYMANN, Madam Alfred (1911), *Lunettes
et lorgnettes de jadis*, Paris, pp. 44-48.

ROHR, Moritz von (1924-1925), «Additions
to our Knowledge of Old Spectacles: A
Summary of Papers Published in 1923-24
Relating to the Subject of the Thomas
Young Oration of 1923», in *Transaction of
the Optical Society*, 25/2, pp. 175-78.
[Here Ilardi cites a "J. P. Simon" whose
papers he could not obtain; this was
probably a mistaken reference to J. Ma
Simon Guilleuma from some other
source.]

DIVULGACIÓ CIENTÍFICA PER A DAMES: L'ASTRONOMIE DES DAMES DE JÉRÔME DE LALANDE

Francesc X. BARCA-SALOM
Universitat Politècnica de Catalunya

Paraules clau: *astronomia, gènere, educació, Lalande, segle XVIII*

Scientific literature for ladies: *Astronomie des dames* of Jérôme de Lalande

Summary: *Recent studies have focused on the women who were engaged in scientific research, an area traditionally considered a male preserve. The fact that astronomy in the XVII and XVIII centuries was often a family activity meant that the women in the family (wives, mothers, sisters and even neighbours) participated in observations and calculations. This is the case of Lalande, who was assisted by women. In his book *Astronomie des dames*, which was written to educate women, Lalande reported his last astronomical discoveries in which he had taken part directly.*

Key words: *astronomy, gender, education, Lalande, XVIII century*

Les dones i l'astronomia

Les recerques en història de la ciència han tret a la llum el paper de determinades dones en el desenvolupament científic, un camp que semblava exclusiu del gènere masculí. Val a dir que no sempre la dona havia estat reclosa en el domicili i allunyada del saber. Però cal remuntar-se a èpoques molt remotes per trobar referències a papers femenins destacats en el camp d'una ciència tan antiga com l'astronomia.¹ El fet que l'astronomia fos una activitat familiar comportava que molt sovint les dones de la família (esposes, mares, germanes i fins i tot veïnes) col·laboressin en els durs treballs de les observacions i dels càlculs.

¹ Algunes dones pitagòriques també es van dedicar a la ciència, com Arignote, Myia, Damo, Pintis, Aesana de Lucania, Pencciones, i altres neopitagòriques són citades per Iàmblic (Meunier, 1980; Waithe, 1987).

L'actitud hostil a la participació de les dones en ciència fou una constant que es va mantenir al llarg dels segles. En iniciar-se el Renaixement les noies eren educades únicament per fer-se càrrec de la família i restaven sota el poder del pare, primer, i després del marit (Castro, 2005: 4-12). Tanmateix, les idees humanistes contribuïren a canviar a poc a poc l'opinió arrelada entre els sectors religiosos i la població en general que la dona tenia malícia natural i engendrava discòrdia. Més difícil hagué de ser superar les idees filosòfiques aristotèliques que titllaven les dones d'inferiors o els pressupòsits mèdics vigents des de Galè segons els quals la dona, com que era humida i freda, era incapaç de raonar, mentre que l'home, sec i calent, incrementava la seva capacitat racional. L'humanisme va apostar per la formació de la dona, però solament en allò que li era útil per dur a terme en millors condicions l'educació dels seus fills i la direcció de la seva llar (Pérez, 2003: 5).

L'any 1674, el sacerdot cartesià convertit al protestantisme François Poullain de la Barre (1647-1725), convençut de la injustícia feta a les dones pels prejudicis i discriminacions, va escriure uns textos sobre la igualtat dels sexes convertint-se, així, en un precursor de les teories feministes. Per a Poullain els homes i les dones eren iguals pel que feia al cervell i als òrgans sensorials, és a dir que no hi havia res, per gran que fos, que les dones no fossin tan capaces com els homes de dur-ho a terme (Poullain, 1674).

La Revolució Científica va convertir alguns homes rics en científics aficionats i les seves esposes i germanes esdevingueren *dames de ciència*, una etiqueta utilitzada algunes vegades com a insult però que va permetre a algunes d'elles assolir uns nivells d'alta competència científica. No obstant això, van tenir el pas barrat per accedir a les altes institucions científiques. El cas més significatiu va ser el de Maria Winkelmann (1670-1720), esposa de l'astrònom Gottfried Kirch (1639-1710), que en morir el seu marit va demanar ocupar el seu seient a l'Acadèmia de Berlín i tot i tenir la confiança de Leibnitz li fou denegat.

En aquells anys a Alemanya la tradició artesanal permetia a les dones participar en l'astronomia com a aprenents i els deixava accedir als secrets de les eines, com l'ús del telescopi, de la mateixa manera com els gremis reconeixien a les vídues el dret a continuar el negoci familiar. Ara bé, aquesta antiga tradició topava amb la marginació secular de les dones de les activitats científiques igual com havien estat marginades també de les universitats. Per bé que els astrònoms no es van organitzar mai com a gremi, les dones no eren noves en aquestes feines i des del segle xv n'hi havia que es dedicaven al càlcul i a l'observació. Foren aquestes tradicions artesanals les que van permetre a les dones, filles o vídues, accedir a l'astronomia fent d'aprenents i sense rebre jornal.

Si Maria Winkelmann va començar sent l'assistent del seu marit i es va ocupar d'elaborar calendaris i de la descoberta del cometa de 1702, uns anys més tard va retornar a l'Acadèmia de Berlín com a assistent del seu fill Christfried Kirch (1694-1740) també astrònom en ser nomenat acadèmic. De la mà del seu fill, Maria Winkelmann va fer treballs d'observació per fabricar calendaris malgrat haver d'amagar-se quan hi havia visites estrangeres. Les dues filles de Maria Winkelmann, Christine i Margaretha, també foren ajudants invisibles del seu germà Christfried.

El cas de Maria Winkelmann i les seves filles no va ser un cas aïllat. Entre 1650 i 1710 trobem altres exemples similars, com el d'Elisabetha Koopman (més tard Hevelius) (1647-1693), que per assegurar la seva posició com a astrònoma es va casar amb Johannes Hevelius, un home trenta-sis anys més gran que ella al qual va fer d'assistent a l'observatori familiar. Un altre cas és el de Maria Klara Eimmart (1676-1707), filla de l'astrònom Georg Christoph Eimmart, director de l'acadèmia d'art de Nuremberg entre 1699 i 1704, amb qui va aprendre astronomia de molt jove. El 1701 va realitzar un treball sobre el Sol que va publicar amb el nom del seu pare. Més tard es va assegurar la seva posició com a astrònoma casant-se amb el també astrònom Johann Heinrich Müller, que era professor de física al Gymnasium de Nuremberg i que va dirigir l'observatori familiar dels Eimmart. Finalment, esmentarem Maria Cunitz (1610-1664) que sense ser filla o esposa d'astrònom va centrar la seva activitat en l'astronomia. El 1630, després d'anys de dedicació a aquesta disciplina, es va casar amb el metge i astrònom amateur Eliae von Lowen (Schiebinger, 1987: 174-200).

Els exemples no es redueixen a Alemanya, també a Anglaterra n'hi ha d'altres d'interès com és el cas de Caroline Herschel (1750-1848), que va ajudar el seu germà William Herschel (1738-1822) en la descoberta d'Urà el 1781 i que pel seu compte va descobrir vuit cometes. Després de la mort del seu germà va continuar preparant un catàleg de nebuloses per a l'ús del seu nebot, John Herschel (Aldrich, 1984: 534-546; Hoskin, 2002: 425-444).

En els segles xvii i xviii la ciència va trobar una altra via per divulgar-se mitjançant les tertúlies i els salons literaris on també accediren algunes dames. Alguns autors dedicaren cartes a dames nobles per explicar-los els seus problemes de física, matemàtiques o astronomia. Fontenelle, per exemple, va dedicar la seva obra *Entretiens sur la pluralité des mondes* a una dama a la qual suposadament va dedicar tota una nit en un jardí per explicar-li cosmografia. Un altre exemple fou la marquesa Du Châtelet, que es vestia d'home per poder assistir a les tertúlies i que va traduir els *Eléments de la philosophie de Newton*, encara que oficialment aquesta obra va ser atribuïda a Voltaire. En aquestes tertúlies hi assistia un astrònom conegut amb el nom de Lalande que va tenir especial predilecció per divulgar l'astronomia entre les dones i que va escriure una obra exclusivament per a elles: *l'Astronomie des dames*.

Amb l'estudi de l'obra de Lalande *l'Astronomie des dames* volem posar en relleu, precisament, el paper que van tenir algunes dones astrònomes que l'envoltaren. En aquest llibre, escrit especialment per a elles, creiem que Lalande va incorporar, mantenint sempre un to de divulgació científica, les darreres descobertes astronòmiques on havia participat directament.

Joseph Jérôme Lefrançais de Lalande

El febrer de 1744, un mes abans que Lluís xv declarés la guerra contra Anglaterra i Àustria, un jove estudiant del col·legi de jesuïtes de Lió anomenat Joseph Jérôme Lefrançais de Lalande (1732-1807) es va sentir atret per l'observació d'un cometa de doble cua que brillava més que Venus. Es tractava del conegut avui com a C/1743 X1 o cometa Chéseaux. Quatre anys després, amb l'ajut del pare Béraud, professor seu de matemàtiques, va poder observar l'eclipsi de Sol del 25 de juliol de 1748 que fou parcial en terres franceses i total al nord d'Europa. Aquesta observació, si hem de creure el que ens diu Delambre, el va determinar a dedicar tota la seva vida a l'astronomia i per això va decidir fer-se jesuïta. La intervenció dels seus pares va impedir que fes carrera religiosa, però no que continués amb l'astronomia. En traslladar-se a París per estudiar dret, Lalande, que s'allotjava a l'Hôtel de Cluny, va poder conèixer l'astrònom Joseph Nicolas Delisle (1688-1768), el qual tenia en aquell mateix indret el seu observatori, i va assistir a les seves classes d'astronomia al Collège de France i a les de física matemàtica impartides per Pierre Lemonnier (1715-1799).

El 1751, acabats els estudis de dret amb solament 19 anys, Lalande va tenir l'oportunitat de la seva vida. Llavors els astrònoms realitzaven observacions per determinar la paral·laxi de la Lluna i de Mart per tal de trobar amb precisió la distància que els separava. El prestigiós astrònom Nicolas Lacaille (1713-1762) havia viatjat al Cap de Bona Esperança per fer aquests càlculs i, mentrestant, Lemonnier havia de fer el mateix des de Berlín. Però —diu Delambre— com que en aquesta ciutat no hi havia instruments ni astrònoms, Lemonnier va anunciar que portaria un quadrant seu i, després, es va fer reemplaçar pel seu deixeble Lalande. Però aquest jove astrònom no solament va fer bé les observacions, sinó que també va aprofitar per aprendre de Pierre Maupertius (1698-1759), de Leonhard Euler (1707-1783), del marquès d'Argens (1704-1771), de Julien de Lamettrie (1709-1751) i d'altres científics de la cort de Frederic de Prússia. Arran d'això va ser nomenat acadèmic de l'Acadèmia de Ciències de Berlín i va publicar *Domini de Lalande, astronomi Regii, de observationibus suis Berolinensibus, ad parallasin Lunae definiendam, Epistola*. L'alta institució francesa no podia ser menys que la d'Alemanya i de retorn a París, el 1753, el va nomenar també acadèmic de l'Académie des Sciences (Delambre, 1827: 547; Buche, 1904: 5-34; Boistel, 2007: 10-13).

El 1759, Lalande va publicar una edició corregida de les taules d'Edmond Halley a les quals va afegir una història del cometa Halley, ja que aquell any fou visible, i del qual va tornar a calcular la seva òrbita i la seva data de retorn.

Tant entre 1760 i 1775 com entre 1794 i 1807 es va ocupar de l'elaboració de les *Connaissances des Temps* que fins aquell moment havia editat Jean Dominique Maraldi (1709-1788). Lalande, però, va introduir en aquesta publicació les distàncies lunars que eren de gran ús en la navegació per determinar la longitud en el mar i que a Anglaterra ja publicava Maskelyne. A més, va incorporar notícies biogràfiques, esdeveniments d'interès, algunes taules auxiliars i un major nombre d'explicacions sobre el calendari, coses que van augmentar el valor d'aquesta publicació periòdica.

El 1762, Delisle va dimitir de la seva Càtedra d'Astronomia del Collège de France en favor de Lalande, qui se'n va fer càrrec per un període de 46 anys. Entre els seus alumnes hi hagué Delambre (1749-1822), Piazzini (1746-1826), Méchain (1744-1804) i el seu nebot Michel Lefrançais (1766-1839). El 1791 va prendre la decisió d'admetre que les dones poguessin assistir a les seves classes, actitud que demostrava el seu tarannà envers el gènere femení.

El 1761 i el 1769 va participar en les observacions del pas de Venus davant del Sol per tal de determinar la paral·laxi, primer recomanant els millors astrònoms i, després, reservant-se per a ell el càlcul comparat de totes les observacions realitzades pels altres. Això li va permetre de publicar la *Mémoire sur le passage de Vénus observée le 3 de juin de 1769, pour servir de suite à l'explication de la carte publiée en 1764*.

En deixar d'editar Lacaille les conegudes *Ephémérides*, Lalande les va continuar fins a 1800, per bé que aquesta publicació tenia menys interès i sols era valorada per les recomanacions preliminars i per algunes taules addicionals a causa de la publicació de les *Connaissances des Temps*.

El 1795, Lalande va participar a la creació del Bureau des longitudes. Més tard va ser nomenat director de l'Observatoire de Paris i va crear el 1797 un catàleg que contenia més de 40.000 estrelles. El va poder fer amb l'ajut de tota la seva família. Quan va publicar la *Histoire céleste française*, el 1801, hi va incloure un catàleg de 47.000 estrelles. El 1764 va publicar el *Traité d'astronomie* en dos volums, que es va convertir en un manual per a qualsevol que volgués dedicar-se a l'astronomia. Entre les seves obres hi ha l'*Abrégé d'Astronomie* (1795), l'*Abrégé de Navigation* (1793) i l'*Astronomie des dames* (1795). A la mort de Montucla, el 1800, Lalande es va fer càrrec dels dos darrers volums de la *Histoire des Mathématiques* i el 1803 va publicar la *Bibliographie astronomique* que incloïa al final la història de l'astronomia des de 1781 fins a 1802. El 1806 li va agafar un dolor de pit que va degenerar en una tuberculosi i que li va ocasionar la mort el 4 d'abril de 1807, als 75 anys.

El seu deixeble Delambre descrivia el seu mestre Lalande amb aquestes sinceres i emotives paraules:

Lalande no ha renovat la ciència astronòmica en els seus fonaments, com Copernic i Kepler; no s'ha immortalitzat com Bradley per dos descobriments brillants; no ha estat un teòric tan savi i tan precís com Mayer; no ha estat, al mateix grau que La Caille, un observador i un calculador exacte, hàbil, escrupolós i incansable; no ha tingut, com Wargentin, la constància de lligar-se a un objecte únic, per estar sol en un rang a part; però si no és per totes aquestes consideracions més que un astrònom del segon ordre, ha estat, en canvi, el primer de tots com a professor; més que cap altre, ha sabut escampar la instrucció i el gust de la ciència. Va voler ser útil i cèlebre, i va saber aconseguir-ho pels seus treballs, per la seva activitat, pel seu crèdit i les seves sol·licituds; finalment per la correspondència més extensa; va intentar sense parar fer el millor per l'Astronomia; va voler servir-la fins i tot després de la seva mort, per la fundació d'una medalla que l'Académie des Sciences atorga anualment a l'autor de l'observació més interessant o de la Memòria més útil als progressos de l'Astronomia. (Delambre, 1827: 566-567)

Des del punt de vista personal sembla que Lalande era molt lleig i n'estava orgullós, d'això. Tenia el cap com una albergínia i el cabell li penjava per darrere de manera que semblava la cua d'un cometa. Feia metre i mig d'alçada i sembla que fins i tot aquesta mesura era exagerada. Menjava insectes, cucs i aranyes. Deia que les aranyes tenien sabor a ametlles madures i, en canvi, les erugues recordaven els préssecs, i en menjava regularment. Anava vestit amb una armilla morada i un paraigua, desastrat i sovint sense rentar. Tot i haver volgut ser jesuïta, més tard va ser un ateu militant per bé que continuà admirant els jesuïtes. Fou un membre actiu de la Lògia Maçònica de les Nou Germanes que acollia escriptors i científics entre els quals hi havia Voltaire (Alder, 2004: 91-98).

La relació de Lalande amb les dones

Des del punt de vista professional, Lalande va col·laborar des de 1753 fins a 1788 de manera estreta amb Nicole-Reine Lepauté (1723-1788). Aquesta relació va començar per circumstàncies casuals. Lalande va disposar de l'observatori que hi havia a la cúpula del Palau de Luxembourg on amb anterioritat Delisle havia fet observacions, i la família del rellotger Jean André Lepauté havia obtingut el dret d'allotjar-se en aquest palau pel fet d'haver construït el primer rellotge horitzontal de París. La seva esposa, Nicole-Reine, de soltera l'Étable de la Brière, coneixia molt bé aquest palau per haver-hi nascut i perquè el seu pare hi treballava per la reina d'Espanya, Lluïsa Elisabet d'Orleans, fins a la mort d'aquesta el 1842.²

Lalande va col·laborar amb André Lepauté en l'elaboració d'un tractat de rellotgeria fent determinacions de temps veritables i de temps mitjà. Arran d'això va poder veure la capacitat per al càlcul de la Sra. Lepauté, ja que per a aquest llibre va elaborar una taula del nombre d'oscil·lacions dels pèndols de diferents longituds (Lalande, 1802/1803: 676). El 1757, Lalande va suggerir a Clairaut d'aplicar la seva teoria dels tres cossos per determinar el retorn del cometa Halley i per calcular l'atracció de Júpiter i Saturn sobre el cometa. Per poder realitzar aquests càlculs va demanar col·laboració a la Sra. Lepauté, que els fou de gran ajuda. Clairaut va escriure que el coratge d'aquesta dama era sorprenent i l'anomenava *la sàvia calculadora*. Durant més de sis mesos van calcular des del matí fins a la nit, algunes vegades fins i tot mentre dinaven. Arran d'aquest treball, el mateix Lalande va caure malalt. El cometa es va retardar 600 dies per l'acció de Júpiter i de Saturn, i aquest retard va ser anunciat a l'Académie des Sciences el novembre de 1758. No es va veure el cometa a París fins al 21 de gener 1759 i a Alemanya, el 25 de desembre de 1758. Tot i els elogis, quan Clairaut va publicar els resultats dels seus treballs sobre el cometa Halley no va esmentar la Sra. Lepaute, i sí en canvi Lalande. Tot era degut a la gelosia de la parella de Clairaut, Melie Goulier, que li havia exigit de retirar el seu nom. Arran d'això Nicole-Reine Lepauté no va tornar a treballar per a Clairaut i sols ho va fer per a Lalande (Boistel, 2004: 13-17; Badinter, 2005).

En fer-se càrrec Lalande de l'edició de les *Connaissances des Temps*, anuari molt usat entre els astrònoms i els marins, la Sra. Lepauté es va encarregar de bona part dels càlculs que eren prou llargs perquè els fes una sola persona. En paraules de Lalande la Sra. Lepauté era la musa que feia per a ell les *Connaissances des Temps*. Va treballar disset anys en aquesta feina, que solament va deixar per encarregar-se dels volums de les *Ephémérides*.

Nicole-Reine Lepauté va redactar també diverses memòries per a l'Académie de Beziers, va publicar unes taules d'angles paral·làctics i va traçar la carta de l'eclipsi de Sol predit per a l'1 d'abril de 1764 que mostrava la progressió de l'eclipsi de quart d'hora en quart d'hora. Lalande, agraït pels seus treballs, va pressionar Jean Jacques Dortous de Mairan (1678-1771) perquè Nicole-Reine Lepauté

² Élisabeth d'Orleans era vídua de Lluís I que fou rei d'Espanya només durant set mesos, el 1724, i a la seva mort el seu pare Felip V va tornar a ocupar la corona.

entrés a l'Académie de Béziers. Cap a l'any 1780 la Sra. Lepauté va haver de fer-se càrrec del seu marit que havia caigut malalt d'una malaltia mental i aquesta activitat la va ocupar set anys de la seva vida, havent de retirar-se a Saint Cloud amb el malalt fins a la seva mort. La Sra. Lepauté va morir el 1788, uns anys després que el seu marit (Badinter, 2005).

També s'havia implicat en els treballs astronòmics el 1768 el nebot de la Sra. Lepauté, Joseph Lepauté (1751-1791), que va traslladar-se a París amb 16 anys i que Lalande anomenava Lepauté d'Agelet, o simplement Agelet. Lalande li va ensenyar astronomia i gairebé li féu de pare. El 1771 ho va arreglar tot perquè el jove viatgés amb Marsais en una expedició a les illes Kerguelen per mesurar longituds. Poc temps abans li havia aconseguit un plaça de professor de matemàtiques a l'École Militaire on hi havia un observatori. D'Agelet va desaparèixer el 1788 quan feia una altra expedició amb Lapérouse a l'illa de Vanikoro. Lalande, a l'*Histoire de l'Astronomie*, entre els esdeveniments històrics corresponents a l'any 1791 explicava com havien anat els fets i com havia estat de dur per a ell: havia perdut la Sra. Lepauté i ara perdia el nebot d'ella, que era com el seu fill i al qual considerava com un màrtir de l'astronomia (Lalande, 1802/1803: 707).

Fins aquí hem explicat la seva relació amb les dones en el camp professional, encara que som conscients que en algun moment la distinció entre professional i personal resulta molt difícil d'establir. Anem a veure ara la seva relació amb les dones en el camp, diríem, més personal.

Lalande deia estimar les dones especialment brillants, i les promocionava en paraules i fets. En el text conegut com el seu testament moral, escrit per ell mateix el 1804, afirmava:

He estimat molt les dones; i les estimo encara. He buscat sempre de contribuir a la seva instrucció; però la meua passió per elles ha estat raonada; mai m'han perjudicat la meua fortuna ni els meus estudis; no he hagut de matinar mai per elles. He dit algunes vegades a les dones boniques: us correspon a vós fer-me feliç; però us correspon també a vós fer-me desgraciat. Elles responen que no he estimat mai veritablement; si cal ser boig per això, jo convinc en efecte que mai he estimat. (Salm, 1810: 323)

Jérôme Lalande no es va casar, però va viure amb Louise-Elizabeth-Félicité du Piery que va ser la cap de recerca de l'estudi d'astronomia lunar aixecat per ell a l'Observatoire de Paris i sembla que va ser, també, la primera dona a explicar astronomia en aquesta ciutat. Lalande va tenir una filla il·legítima, Marie-Jeanne-Amélie Harlay (1768-1832), a qui va formar en matemàtiques i la qual va poder ajudar-lo en els seus càlculs. També va formar el seu cosí Michel Lefrançais, a qui anomenava nebot i al qual va casar amb la seva filla Amélie. A causa d'aquest casament Lalande també anomenava neboda la seva filla. Tots dos van ser membres del seu equip i treballaven dia i nit. Així doncs, a l'*Abrégé de navigation historique, théorique, et pratique, avec des tables horaires* (1793) les taules les va fer la seva filla, mentre que Michel Lefrançais va ajudar Delambre en la mesura del meridià (Alder, 2004: 161-164).

El 1796, la casa de Lalande semblava un autèntic taller familiar on treballaven tots en l'elaboració d'un catàleg d'estrelles. La primera fita va ser superada amb la detecció de 30.000 estrelles. Aleshores es van proposar arribar a les 50.000. La seva filla va continuar calculant amb —segons deia— un valor excepcional per l'edat i el sexe. El sacrifici va arribar fins a l'extrem que Marie-Jeanne-Amélie va enviar el seu fill Isaac a un internat per poder tenir més tranquil·litat i que no els turmentés ni a ella ni al seu avi. El 1797, quan va superar les 40.000, Lalande va escriure que aquest inventari havia estat el seu projecte dels darrers vint anys i afirmava que podia morir sense queixa sabent que havia deixat un monument del seu pas per la terra.

Lalande va assistir també a les societats literàries, principalment a les organitzades per dames instruídes. En el seu testament de 1804 el mateix Lalande ens ho confirma:

Jo no vaig mai als espectacles: l'estudi, la societat de les persones d'esperit, sobretot de les dames instruïdes, són els meus únics esbarjos. Així han estat per a mi les societats de les senyores Geoffrin, de Bocage, de Déffant, de Bourdic, de Beauharnais, de Salm, etc. Per anar-hi, faig llargues passejades a peu; això em fa retrobar-me amb els pobres i per mi és un plaer d'ajudar-los. (Salm, 1810: 320)

Les tertúlies que Lalande esmenta eren de les més rellevants de París. Marie Thérèse Rodet Geoffrin era la dona d'un ric burgès que organitzava a casa seva dinars amb artistes i literats, i sopars més íntims amb personalitats de l'alta societat. Fou ella qui el 1759 va aportar diners a Diderot perquè pogués tirar endavant l'Encyclopedie. Els salons de Marie de Vichy-Chamrond, marquesa de Déffant, reunien també l'elit intel·lectual francesa. Constance de Théis, comtesse de Salm-Dyck, va obrir un saló literari no sols als científics, sinó també als ideòlegs, als lliberals i als francmaçons de la Lògia de les Nou Germanes, a la qual pertanyia Jérôme Lalande.

Divulgació astronòmica específica per a dames

Hem vist com Lalande va estar envoltat de dames de ciència que el van ajudar en els seus treballs i hem constatat la importància que donava a la contribució de les dones a l'astronomia. No ha de sorprendre doncs que per a elles publicués el 1785 l'obra *Astronomie des dames*, un dels primers llibres en què es proposava formar les dones en aquesta disciplina.

Analitzarem a continuació el contingut d'aquesta obra sota el prisma de les recerques astronòmiques dutes a terme per Lalande. Sabem que les principals aportacions que hi va fer se centraren bàsicament en els eclipsis, en les taques solars, en els cometes, en el pas dels planetes menors davant el Sol i en la longitud de l'any solar. Per això tractarem de veure com incorporava els nous avenços en aquests temes dins els capítols corresponents.

El primer que cal aclarir és el motiu que va dur Lalande a escriure l'*Astronomie des dames*, i aquest ens el diu ell mateix en iniciar l'obra: fou l'interès que comportava l'espectacle del cel que fins i tot feia que s'hi interessin les dones. Diu haver-lo escrit sense que hi hagi ni càlculs ni figures, de forma que no calgui tenir estudis preliminars, situació en la qual precisament es trobaven la major part de les dones. Aquesta circumstància és la raó per la qual no va recórrer al seu *Traité d'Astronomie* ni a l'*Abrégé*, tot i que eren uns bons manuals per aprendre astronomia, perquè eren massa extensos i pressuposaven tenir idees de geometria i de càlcul. Tampoc no havia començat per un capítol introductorí dedicat a les nocions de matemàtiques, perquè fer això espantaria les lectores i el que volia ell precisament era atraure-les.

Una altra raó per escriure aquesta obra fou que l'altra obra de característiques similars a aquesta publicada el 1686, que era *Entretiens sur la pluralité des mondes*, de Fontenelle, no era un text al gust del segle en què Lalande vivia, sinó de l'anterior. A més, segons ell, era un text massa superficial, no donava una idea del cel i, a més, estava desfasat perquè incloïa la teoria dels *tourbillons* i cometia errors en el tractament dels cometes.

Per fer aquest llibre es va inspirar en el seu *Traité d'Astronomie* perquè era el que li semblava més fàcil i contràriament a Fontenelle, que en la seva obra va buscar un equilibri per tal que tant fos acceptada pels savis com per les dones, ell, en canvi, a risc de no accontentar ningú, va prendre partit per elles. I per destacar que hi havia hagut al llarg de la història algunes dones que s'havien dedicat a l'astronomia, va citar una llista composta per Hipàtia (415), Marie Cunitz (1650) autora d'unes taules d'astronomia, Marie-Claire Eimart Muller, Jeanne Dumée (1680) que va conversar amb Copèrnic, la dona d'Hevelius, les germanes de Manfredi, les germanes de Kirch i la dona de Kirch, de cognom Winkelmann (1712), la marquesa de Le Châtelet que havia fet una traducció de Newton, la comtessa de Puzynina que va fundar un observatori a Polònia, la seva estimada Sra. Lepauté (m. 1788) que

calculava efemèrides a l'acadèmia, la vídua d'Edwards que treballava en el Nautical Almanac, la Sra. Piery, amb qui vivia, i que havia calculat eclipsis i professava astronomia a París, Caroline Herschel que amb el seu germà havia descobert cinc cometes, la duquessa de Gotha i, finalment, la seva anomenada «neboda», Lefrançais de Lalande, que ajudava el seu marit i ell mateix en les observacions. Aquesta llista és potser la primera que s'ha donat sobre història de les astrònomes. Es tractava de dones que pel fet de ser filles, germanes o esposes d'astrònoms havien pogut accedir a aquesta disciplina. Per això Lalande considerava que precisament el que els faltava era formació, ja que tenint igual capacitat que els homes ensopegaven amb l'obstacle de l'educació i dels prejudicis. Aquesta era la tercera raó per publicar aquest llibre.

L'obra comença amb un prefaci històric que conté també unes explicacions preliminars per a les mesures dels angles i després disset capítols destinats successivament al moviment general del cel, a la magnitud de la Terra, a les constel·lacions, al moviment aparent del Sol, a la Lluna, als Calendaris, als Eclipsis, al Sistema del món, a l'atracció dels cossos celestes, a la distància dels planetes a la Terra, a la refracció, als satèl·lits de Júpiter, als cometes, a la figura de la Terra, a la pluralitat dels mons, a les marees i un darrer capítol destinat a l'explicació de faules.

Si un eclipsi de Sol havia estat la causa de la devoció de Lalande per l'astronomia, no ha de sorprendre que destinés a aquest fenomen un capítol de la seva obra de divulgació —el capítol VII— per explicar de forma molt clara, no com es calculaven (tot i que afirmava que no era més complicat que altres parts de l'astronomia), sinó en què consistien i l'impacte que ocasionaven especialment si eren de Sol:

Els eclipsis totals de Sol són sobretot destacables, es passa d'un instant del dia més brillant a una obscuritat similar a la de la nit, i fins i tot més sensible i més impactant, els cavalls han d'aturar-se al mig del camí, no sabent on posar el peu; la rosada comença a caure; per la interrupció sobtada de la calor; els ocells fins i tot baixen cap a terra per la por que els causa una obscuritat tan trista. (Lalande, 1817: 107)

Lalande afirmava que no n'hi hauria cap de total en el segle XIX que fos visible des de París com ho havia estat el del 22 de maig de 1724, «com me n'he assegurat —diu Lalande— per satisfer la curiositat de Lluís XV, que desitjava molt saber-ho». Si que n'hi hauria però de parcials, com ho havien estat els del 1748 i 1764 en què el Sol va desbordar la Lluna al seu voltant i va formar un anell de llum. Com aquests se n'esperava un pel 1847.

Després d'explicar que hi ha dos punts de tall de l'òrbita de la Lluna amb l'eclíptica anomenats nusos, on la Lluna ens pot amagar el Sol o la Terra pot amagar-nos la Lluna, afirmava que de fet hi podria haver eclipsis almenys dues vegades l'any en les llunes noves i en les llunes plenes però que aquests no sempre haurien de ser visibles. D'acord amb el cicle de Saros conegut des de l'antiguitat, Lalande afirmava que els eclipsis retornaven aproximadament en el mateix ordre cada divuit anys i deu dies.

Lalande també va interessar-se per les taques solars i va tractar de cercar alguna interpretació a aquest fenomen, del qual avui sabem que són regions del Sol amb una temperatura més baixa que els seus voltants, però aleshores no se'n sabien les causes. En el capítol XIV de l'*Astronomie des dames*, destinat a la figura dels planetes, Lalande comenta les taques solars:

Es representa també el Sol com tenint una espècie de figura humana; però és sense fonament. Altres figures el representen com sembrat de volcans o de brous escumosos; però en realitat no veiem més que una superfície groga i unida, sobre la qual apareixen solament de temps en temps diversos punts negres que s'anomenen taques del Sol; són potser les escumes o les escòries d'aquest immens forn, o bé el nucli sòlid i massís del Sol, recobert per una capa de fluid que, a poca profunditat, deixa aparèixer de tant en

tant les seves eminències i les seves muntanyes sota la forma d'aquests punts negres.
(Lalande, 1817: 107)

Les taques solars havien estat descobertes el 1611 per Johannes Fabricius (1587-1616) i David Fabricius (1564-1617) aprofitant la nova eina denominada telescopi. Tanmateix, hi havia algunes taques grosses que es podien distingir a simple vista emprant únicament un vidre fumat per protegir-se. Aquestes taques havien permès descobrir que el Sol girava sobre el seu eix, segons afirma Lalande, en vint-i-cinc dies i mig. Gairebé el període de gir que avui se sap que té el seu equador.³ El tema de les taques va ser motiu d'una polèmica que recull a l'*Histoire de l'Astronomie* en l'apartat corresponent a l'any 1795. Allí Lalande comenta l'estat de la qüestió i posa en relleu l'opinió de Herschel en contraposició a la seva. Diu Lalande que Herschel afirmava en una publicació a les *Philosophical Transactions* de 1795 haver observat que les taques del Sol eren sota el nivell del disc o globus solar, i que eren al fons del Sol el qual sovint ens era amagat per la matèria lluminosa que el recobria. Lalande, però, es preguntava com es podien explicar, amb la teoria de Herschel, les taques que s'havien vist a la vora del Sol. Afirmava que ell havia provat que les taques grans eren sobre el disc solar i que resultava difícil explicar-les mitjançant les obertures en la part lluminosa si no hi havia muntanyes que produïssin aquestes obertures. Lalande estava, doncs, en contra de l'opinió de Herschel que les taques eren sota la superfície del Sol, per les raons esmentades però també perquè l'astrònom anglès tampoc no explicava com n'estava tan segur (Lalande, 1802/1803: 761).

Un dels temes centrals dels treballs de Lalande va ser el pas dels planetes inferiors a través del Sol. En particular, el trànsit de Venus i el trànsit de Mercuri. La Sra. Lepauté va redactar algunes memòries per a l'Académie de Beziers del pas de Venus sobre el Sol el 1761 i Lalande va donar taules noves d'aquests dos planetes fruit de les seves observacions i de les d'altres astrònoms. El primer dia de gener de 1795, amb motiu de la conjunció inferior de Venus, Lalande va poder constatar que l'error de les seves taules era solament de 30 segons. Posteriorment, el 1799 va fer observacions amb el seu nebot a l'observatori del Champ de Mars sobre la conjunció inferior de Venus d'aquell any i la va comparar amb els càlculs que havia fet abans. Aleshores va poder comprovar que no hi havia res a canviar i que les seves taules de Venus, que havia publicat ja en tercera edició dins el *Tractat d'Astronomia*, eren correctes (Lalande, 1802/1803: 810). Evidentment aquest tema no podia quedar fora de la seva obra de divulgació, *Astronomie des dames*, i en el capítol x, dedicat a la mesura de la distància dels planetes a la Terra, va fer una menció explícita a les seves recerques i a l'aplicació d'aquestes mesures per determinar la distància de la Terra al Sol:

El pas de Venus, observat el 1761 i el 1769, ens ha procurat el mitjà per determinar exactament la distància del Sol a la Terra, per mitjà dels grans viatges que s'han emprats per observar-los a la vegada en països molt allunyats. Dos observadors a dues mil llegües un de l'altre, mirant Venus sobre el Sol el veien per raigs diferents o de direccions diferents, i per consegüent el veien respondre a punts diferents del disc solar. Un el veia sortir de sobre del Sol més que l'altre, i la diferència era de més d'un quart d'hora. Aquesta diferència, sent ben observada, ha fet conèixer de quina manera es creuaven els raigs que de les dues extremitats de la Terra es dirigien al Sol, i per consegüent quina era la distància del Sol; ja que l'angle és tant més obert com el cim està més proper, tal com ho hem ja explicat; no es jutja l'allunyament d'un objecte en el cel, igual com sobre la terra, més que per l'efecte o el canvi que produeix la distància entre dos observadors.
(Lalande, 1817: 151)

³ Actualment, arran del desplaçament de les taques, se sap que el període de rotació del Sol és de 27 dies. Però, com que el Sol no és un cos rígid, no tot ell gira a la mateixa velocitat. Al seu equador té un període de 25 dies i a 40°, un altre de 28 dies. És el que es coneix com a rotació diferencial.

Un tercer tema d'interès de Lalande van ser els cometes, en particular la seva desaparició i reaparició. Un cometa va ser la seva primera observació als 12 anys i, uns anys més tard, tot esperant el cometa Halley va involucrar el 1759 Clairaut i la Sra. Lepauté en els càlculs, com hem explicat anteriorment. No podia, doncs, més que donar a aquest tema un lloc preeminent a la seva obra i per això li va dedicar el capítol XIII. En ell afirma que tradicionalment els cometes han generat terror però que en aquell moment són ja considerats com a planetes. Les òrbites són més ovalades que les dels planetes i deixen de ser visibles per molts anys. Se'ls distingeix per les cues o regueres de llum, encara que n'hi ha alguns que no en tenen. Amb l'ús de les ulleres se n'han descobert més gràcies als treballs de Messier, Mechain, Bouvard i miss Herschel.

Després, Lalande en aquest capítol fa un repàs dels cometes apareguts al llarg de la història. Comenta que alguns filòsofs antics i no tan antics, com Cassini, consideraven que eren fenòmens meteorològics i que aquesta creença, plantejada per Aristòtil, va perdurar durant segles. Tanmateix Tycho Brahe va mostrar que eren cossos que estaven a la regió mitjana, i no a la sublunar. Halley havia calculat amb exactitud l'òrbita dels cometes que havien aparegut el 1531, el 1607, el 1682 i a causa que s'assemblaven molt va afirmar que eren el mateix cometa i va vaticinar que apareixeria el 1758 o el 1759.

Tanmateix, Lalande a *Astronomie des dames* no esmenta l'anècdota següent: el 1773, diu Delambre que Lalande va rellegir l'obra de Voltaire *Elements de la Philosophie de Newton* que entre altres coses tractava del que podia succeir si un cometa xocava amb la Terra i on s'afirmava que la Providència ho havia disposat de tal forma que això no pogués passar mai. A Lalande li va semblar una afirmació lleugera. S'havia demostrat pels càlculs de Clairaut que pel cometa de 1759 les atraccions planetàries podien alterar considerablement la seva òrbita. Finalment Lalande ho va examinar i es va persuadir que no era absolutament impossible, encara que fos molt inversemblant. Amb la intenció de donar popularitat a l'astronomia, va escriure una Memòria que no va ser llegida a l'Acadèmia titulada *Reflexions sur les comètes qui peuvent approcher de la Terre*. Arran d'això es va difondre la idea que arribava un cometa que havia estat predit per Lalande. L'alarma va ser considerable de forma que el lloctinent de la policia va voler llegir la memòria i va veure que no hi havia raó per motivar el terror i va ordenar la seva publicació. La gent va creure que Lalande havia suprimit els paràgrafs de la predicció fatal. Aquests mateixos terrors es van renovar en diverses èpoques però amb menys força i sempre amb la referència que Lalande havia ocultat part de la realitat (Delambre, 1827: 559).

Finalment, un altre interès de Lalande fou la longitud de l'any solar, un tema molt relacionat amb les distàncies dels planetes al Sol i al seu moviment (Chapin, 1988/1986: 183-190). A aquest tema també hi va dedicar el capítol VI de *Astronomie des dames*, que tracta del calendari com una aplicació dels moviments del Sol i de la Lluna. En ell explicava com es feia per compatibilitzar les diferències entre ambdós moviments i en què va consistir la reforma del calendari de 1582. També detallava com s'establí la Pasqua i perquè variava entre el 22 de març i el 25 d'abril. Definí l'epacta i conclouia amb el cicle solar, que començava cada 28 anys (Lalande, 1817: 99).

Tots aquests temes fruit de la recerca de Lalande estaven entre els més destacats de l'astronomia del segle XVIII, un període en què els treballs se centraren, segons el mateix Lalande, en descobrir un planeta i vuit satèl·lits, en el retorn de cometes reconeguts o la descoberta de 68 cometes nous, la determinació de l'aberració i la nutació de les estrelles, del pas de Venus o de la veritable distància del Sol a tots els planetes, de la figura de la Terra i de les seves irregularitats, i dels càlculs de les desigualtats que produeixen l'atracció de Júpiter i Saturn. Tots aquests càlculs havien donat lloc a les taules de la Lluna, molt útils per a la navegació, a d'altres taules de planetes i a l'elaboració de catàlegs d'un total de 50.000 estrelles (Lalande, 1802/1803: 827).

No cal dir que de tots aquests avenços se'n va fer ressò en major o menor intensitat a *Astronomie des dames*. Del nou planeta, avui anomenat Urà i que Lalande anomena Herschel, comentava en el capítol III que:

Fins a l'any 1781 no es coneixien més que cinc planetes. M. Herschel, Alemany, establert a Anglaterra, divertint-se fent telescopis i provant-los en el cel, es va adonar per casualitat que entre un gran nombre de petites estrelles de Bessons n'hi havia una que no s'assemblava gens a les altres i que canviava de lloc; es va trobar que era un planeta com els cinc anteriors, desconegut fins aleshores, que fa la seva volta en vuitanta-tres anys. Però a penes es pot distingir a simple vista. (Lalande, 1817: 66)

Dels satèl·lits en parlava en el capítol xii, donava les distàncies dels planetes a la Terra en el capítol x, explicava l'aplanament de la Terra en el capítol ii, citava el catàleg d'estrelles en el capítol iii i en el iv i feia esment de l'anell de Saturn en el capítol xiv. No deia res, però, d'un incident del qual sí es va fer ressò Delambre. Sembla que fou pels volts de 1773 que va succeir un fenomen que tot i que no va tenir repercussió mediàtica, per ser poc visible pel públic en general, sí que va ocasionar un cert rebombori entre els astrònoms. Fou la desaparició de l'anell de Saturn. Aquest fenomen avui sabem que sol passar cada 14 o 15 anys, quan els anells s'orienten de cantell cap a la Terra de forma que en ser tan prims semblen desaparèixer. Lalande va desplaçar-se a Bèziers per poder fer millor l'observació, però la seva vista era molt feble i la seva observació va ser pitjor que les que havien fet altres astrònoms a París o a Londres. Cassini de Thury (1714-1784), també conegut com Cassini III, va aprofitar aquest fet per atacar Lalande, el qual va respondre de manera molt dura en un imprès. Aquest text li va generar molt malestar a l'Académie fins al punt de pensar en abandonar París i retirar-se a Berlín, però finalment, i a causa de la mediació de Pierre Macquer (1718-1784), aleshores sotsdirector de l'Académie, es pogué resoldre el conflicte entre Cassini i Lalande si més no de manera formal (Lalande, 1802/1803: 751; Delambre, 1827: 560; Bigourdain, 1926: 26-42).

Acabarem aquesta part fent esment de dos capítols on Lalande fa referència a idees defensades per altres i que ell també fa seves i transmet a les dames amb la intenció que les acceptin. Es tracta de l'existència d'altres planetes habitats i de la convicció que les religions no són més que faules astronòmiques.

La primera la desenvolupa en el capítol xv que duu el mateix títol que el llibre de Fontenelle: «De la pluralitat dels mons». Lalande, d'igual manera com Fontenelle, considerava que hi havia d'haver mons habitats. Ara bé, a l'*Astronomia des dames* Lalande descarta que puguin ser en astres com el Sol, però en canvi sí que creu que hi pot haver éssers vivents en els planetes que giren al seu voltant. Sosté que creure que sols la Terra té el privilegi de tenir vida és més aviat fruit de la superstició.

La segona idea està relacionada amb l'ateisme de Lalande i a la seva pertinença a la maçoneria. La desenvolupa en el capítol xvii i en ell prova que les divinitats que apareixen a les faules no són altra cosa que constel·lacions, que els déus són astres i que les peripècies dels déus no són més que expressions al·legòriques dels moviments dels astres. Valgui com a exemple la història de Faetó que segons la mitologia grega fou un heroi fill d'Hélios, divinitat associada al Sol, i de Clímene, una nimfa. Un dia Épaf, rei d'Egipte, va posar en dubte que Hélios fos pare de Faetó i aquest per tal de provar si era realment fill seu li va demanar que li concedís el do de conduir el carro solar. Hélios li ho va permetre, però quan els cavalls s'adonaren que no els conduïa l'auriga habitual es van desbocar i Faetó no els va poder dominar, de manera que el Sol va provocar incendis i, abans que destruís tot l'Univers, Zeus el va fulminar amb un llamp. El cos de Faetó va caure al riu Eridan on les nimfes l'enterraren. Aquest mite, en opinió de Lalande, explica la posta de la constel·lació del Cotxer quan el Sol és a Escorpió i l'equinocci de primavera quan té lloc el seu orto helíac:

Faetó és la constel·lació del Cotxer; espantada per Escorpió, cau dins Eridan, perquè el Cotxer es pon al matí amb la constel·lació de l'Eridan quan el Sol és en el signe d'Escorpió. (Lalande, 1817: 202)

La història de Faetó està feta igualment a partir del moviment del Sol. No és altra cosa que la constel·lació del Cotxer, la qual per la seva sortida heliaca marcava l'equinocci de primavera, el retorn de la calor, el regne de la llum i del foc. (Lalande, 1817: 210)

Aquestes idees expressades per Lalande corresponen al pensament maçó del segle XVIII i estan desenvolupades més extensament en els treballs de l'erudit Charles François Dupuis (1742-1809), coreligionari de Lalande i autor d'una extensa obra en set volums titulada *Origine de tous les Cultes, ou Religion universelle*. Segons Dupuis, abans de l'aparició de les religions el culte de l'ésser humà estava adreçat a la Natura i Déu era l'Univers infinit o l'energia intel·ligent que l'animava (Cepedello, 2007; Dupuis, 1822; Bénitez, 2003; Destutt de Tracy, 1804). Es tracta d'un panteisme naturalista que va impregnar la maçoneria en aquells anys difonent-se mitjançant diverses tendències que anaven des de l'ateisme més extrem fins a l'ortodòxia catòlica. Lalande defensava el corrent ateuista i per això en el capítol XVII de l'*Astronomie des dames* afirmava que igual que tots els mites grecs es referien a fenòmens astronòmics, també succeïa el mateix per a les creences de les religions actuals, i posava l'exemple de l'Apocalipsi on descobria la presència de diverses estrelles, dels dotze apòstols que com els dotze treballs d'Hèrcules es referien als dotze signes de Zodíac, o del naixement de Jesús que relacionava amb la constel·lació de la Verge:

Es representa la imatge de Déu de dia acabat de néixer, entre els braços de la constel·lació sota la que naixia; i totes les imatges de la Verge celeste, proposades a la veneració dels pobles, el representaren alletant l'infant místic que havia de destruir el mal, confondre el príncep de les tenebres, regenerar la natura, i regnar sobre l'Univers.

Jo he cregut que no podia acabar millor l'astronomia que fent conèixer els usos que se n'ha fet en els segles més antics, i el mitjà que proporciona per a l'explicació del que se celebra més a l'antiguitat, del que se celebra encara, i del que no se sap l'origen. (Lalande, 1817: 228)

Així doncs, a banda de difondre el seu ateisme entre les dames, Lalande es proposava explicar una de les utilitats que havia tingut l'astronomia al llarg dels segles i mostrar-los de quina manera els sacerdots —astrònoms en algunes civilitzacions— l'havien utilitzada per introduir les creences religioses, per atemorir la gent o per fer dependre les decisions importants d'éssers superiors que controlaven el comportament dels homes, els premiaven o els castigaven.

Conclusió

Lalande va publicar l'obra *Astronomie des dames* el 1785. En aquells anys assistia a les tertúlies en determinats salons de París com el de la Sra. Geoffrin, el de la marquesa de Déffant o el de Constance de Théis. A més de les tertúlies, quan tornava a l'observatori Lalande col·laborava molt estretament amb la Sra. Lepauté tant en els càlculs com en les observacions astronòmiques. D'altra banda, la seva filla il·legítima Amélie tenia aleshores 17 anys i Lalande s'esmerçava a formar-la en els conceptes bàsics de l'astronomia. L'interès que hi havia als salons per l'estudi del cel, l'estreta col·laboració professional amb una dona i la formació de la seva filla semblen arguments prou importants perquè Lalande redactés una obra d'aquestes característiques.

A quatre anys vista de la Revolució, França deuria ser un caldo de cultiu per a les idees d'igualtat i fraternitat. I què millor que la igualtat d'homes i dones. Lalande era plenament conscient del greuge comparatiu que patien les dones principalment pel que feia a la formació. Havia pogut comprovar treballant amb la Sra. Lepauté que una dona podia ser tan capaç com un home en els durs càlculs astronòmics. També veia, a través de la seva filla, que les dones ho tenien molt complicat per adquirir coneixements. Totes aquestes raons degueren contribuir al fet que prenguéssin la decisió d'escriure

aquest llibre. El repte era elevat, calia fer una obra de divulgació, sense figures, ni fórmules, ni càlculs, però que no fos superficial, sinó que inclogués els darrers descobriments, els darrers avenços i les darreres recerques.

El resultat fou immillorable, de manera que *Astronomie des dames* va resultar ser una obra d'alta divulgació que contenia els aspectes més rellevants de l'astronomia del moment presentada de forma senzilla i entenedora. Una obra revolucionària, feminista i atea com el seu autor.

Malauradament, les reivindicacions de les dones en el període revolucionari van tenir un desenllaç poc afortunat. Els esdeveniments van començar molt bé a l'inici de la Revolució el 1789. Les dones van tenir una participació gran en els primers moments i intervingueren durant els disturbis inicials prenent consciència que existien com a grup social. En el rerefons hi havia la recerca de la igualtat amb els homes tant en l'acció directa com a l'Assemblea Constituent. Així fou com van participar a la convocatòria dels estats generals i en els aixecaments d'armes de la multitud les nits del 13 i el 14 de juliol. A l'octubre van reclamar al rei, per iniciativa pròpia, l'abaratiment del pa encetant el que esdevindria després un moviment armat.

En els anys posteriors, les reivindicacions es canalitzaren a través de manifestos i d'informes. Condorcet va assumir el paper de defensor de les dones i va reclamar el dret d'igualtat civil i de ciutadania per a elles tot defensant el seu dret a l'educació. Tanmateix, tot i estar convençut de la irremeiable igualtat de tots els éssers humans, Condorcet no es va plantejar la possibilitat del sufragi universal.

Uns altres informes foren els redactats per Olympe de Gouge sobre el dret de les dones i el de la Sra. Mouret sobre l'educació dels sexes, els quals propiciaren que es creessin clubs de dones amb la finalitat d'introduir-se en la vida pública (Duhet, 1974).

Tanmateix, aquests grans avenços es van veure truncats el setembre de 1793 quan l'Assemblea Constituent va prohibir a les dones fer activitats polítiques, es van dissoldre els clubs femenins i s'executà Olympe de Gouge, primer, i es va detenir Claire Lacombe, després. El 1795 es va prohibir a les dones d'assistir a les assemblees polítiques. El procés iniciat per aconseguir la igualtat fou d'aquesta manera avortat (Opinions, 1989).

Tot i que la lluita pels drets de les dones va quedar estroncada, l'*Astronomie des dames* fou reeditada diverses vegades fins i tot després de la mort de Lalande contribuint a cobrir el buit en la seva formació, si més no en el camp de l'astronomia. Es perdia la lluita pels drets d'igualtat però es posava una petita pedra en el camp de l'educació.

Bibliografia

ALDER, K. (2004), *La medida de todas las cosas. La odisea de siete años y el error oculto que transformaron el mundo*, Madrid, Taurus Historia.

ALDRICH KIDWELL, P. (1984), «Women Astronomers in Britain 1780-1930», *Isis*, 75, 534-546.

BADINTER, E. (2004-2005), «Un couple d'astronomes: Jérôme Lalande et Reine Lepaute», *Société Archéologique, Scientifique et Littéraire de Béziers*, 10è sèrie, vol. 1, 71-76.

BENÍTEZ, M. (2003), *La cara oculta de las luces (investigaciones sobre los manuscritos filosóficos clandestinos de los siglos XVII y XVIII)*, Valencia, Biblioteca Valenciana.

BIGOURDAN, G. (1926), «L'astronomie à Béziers: l'Observatoire. La querelle Cassini-Lalande». A: *Comptes Rendus du Congrès des Sociétés Savantes, Poitiers-1926*, Paris, Imprimerie Nationale, 26-42.

BOISTEL, G. (2004), «Nicole-Reine Lepaute et l'hortensia», *Cahiers Clairaut*, 108 (Hiver 2004-2005), 13-17.

Versió en línia:

<http://astro-history.hautetfort.com/>

BOISTEL, G. (2007), «Jérôme Lalande, premier astronome médiatique», *Les Génies de la Science*, 32, agost-octubre, 10-13.

BUCHÉ, J. (1904), «Jérôme Lalande. L'homme et le Bressan», *Annales de la Société d'Emulation et d'Agriculture (Lettres, Sciences et Srts) de l'Ain*, t. XXXVII, 5-34.

CASTRO MARTÍNEZ, E. (2005), *Mujeres matemáticas en la Historia de Occidente*, Lección inaugural del curso académico 2005-2006, Granada, Universidad.

CEPEDELLO BOISO, J. (2007), «Teoría política masónica en España durante los siglos XVIII y XIX: el modelo panteísta-naturalista de Juan Meléndez Valdés y Ramón Bercial», *Fragmentos de Filosofía*, 5, 207-236.

CHAPIN, S. L. (1986), «Lalande and the length of the Year: or how to win a prize and double publish», *Annals of Science*, 45, 183-190.

D'ALMERAS, H. (1907), «A propos d'un centenaire. Lalande ou les bizarreries d'un Astronome», *Le Magasin Pittoresque*, série 3, vol. VIII, 156-158.

DELAMBRE, J. (1827), *Histoire de l'Astronomie au XVIII siècle*, Paris, Bachelier (Successeur de M^{me} V^e Courcier).

DESTUTT DE TRACY, A. (1804), *Analyse raisonnée de l'origine de tous les cultes, ou religion universelle; Ouvrage publié en l'an III, par Dupuis, Citoyen Français*, Paris, Chez Courcier, Imprimeur-Libraire.

DUHET, P. M. (1974), *Las mujeres y la Revolución (1789-1794)*, Barcelona, Ediciones Península.

DUPUIS, C. F. (1822), *Origine de tous les Cultes, ou Religion universelle*, Paris, Librairie Historique d'Emile Babeuf.

HOSKIN, M. (2002), «Caroline Herschel: assistant astronomer o astronomical assistant?», *History of Science*, 40, 425-444.

LALANDE, J. (1803), *Bibliographie Astronomique avec l'Histoire de l'Astronomie depuis 1781 jusqu'à 1802*, Paris, De l'Imprimerie de la République.

LALANDE, J. (1817), *Astronomie des dames*, Paris, Ménard et Desenne, fils.

MEUNIER, M. (1980), *Femmes Pythagoriciennes: Fragments et lettres de Théano, Périclioné, Phintys, Mélissa et Myia*, Paris, G. Trédaniel.

Opinions de femmes de la veille au lendemain de la Révolution Française, Paris, Côté-femmes éditions, 1989.

PÉREZ SEDEÑO, E. (2003), «Las mujeres en la historia de la ciencia», *Quark*, 27, gener-abril: <http://www.prbb.org/quark/27/> (18/11/2009).

POULLAIN DE LA BARRE, F. (1674), *De l'éducation des dames pour la conduite de l'esprit dans les sciences et dans les mœurs*, Paris, Jean Du Puis.

REBIÈRE, A. (1894), *Les femmes dans la science*, conférence faite au Cercle Saint-Simon le 24 de Février de 1894, Paris, Rue des Écoles, 17.

SALM (de), COMTESSE (la), C. (1810), «Eloge historique de M. de la Lande, par madame la Comtesse de S.». A: *Magasin Encyclopédique*, Paris, J.-B. Sajou.

SCHIEBINGER, L. (1987), «Maria Winkelmann at the Berlin Academy», *Isis*, 70, 174-200.

WAITHE, M. E. (1987), *A History of Women Philosophers*, Dorchester, Kluwer Academic Publishers.

MANUEL SERINANELL I MIR (1909-2000), ASTRÒNOM I METEORÒLEG VIGATÀ

Pasqual BERNAT¹; Josep SALA i ORRI²

¹Centre d'Estudis d'Història de la Ciència de la Universitat Autònoma de Barcelona

²Agrupació Astronòmica d'Osona

Paraules clau: *astronomia, Catalunya, Manuel Serinanell, Osona, segle xx, Vic*

Manuel Serinanell i Mir (1909-2000), an astronomer and a meteorologist from Vic

Summary: This article shows the biography and works of Manuel Serinanell Mir, an astronomer and meteorologist from Vic. The reader will find what were the contributions to science made by this scientist. A scientist who was also one of the founders of the Agrupació Astronòmica d'Osona, an institution that continues working on astronomy and meteorology.

Key words: *astronomy, Catalonia, Manuel Serinanell, Osona, Vic, xxth century*

Amb motiu del centenari del naixement de mossèn Manuel Serinanell i Mir, astrònom i meteoròleg vigatà, i aprofitant l'avinentsa de la celebració a Vic de la III Jornada d'Història de l'Astronomia i de la Meteorologia, els autors d'aquest article, en nom de l'Agrupació Astronòmica d'Osona, volem retre homenatge a la figura de mossèn Serinanell, així com recordar la seva trajectòria científica i vàlua personal.

Manuel Serinanell i Mir va néixer a Vic el 9 d'abril de 1909. Fill de Pilar Mir i Parés i de Miquel Serinanell i Benet, de professió campaner de la catedral i sabater. Va aprendre les primeres lletres a l'escola de «donya» Rosa per continuar els estudis amb els «Hermanos» Maristes, i als deu anys ingressà al Seminari de Vic. En aquell moment l'observatori de Josep Pratdesaba al carrer de l'Escola era molt a prop de la casa del jove Serinanell. El nostre protagonista podia observar-ne la cúpula amb facilitat. Aquesta circumstància sembla que el va encuriosir des de molt petit. Sabia que en aquell lloc hi havia un gran telescopi amb el qual podia contemplar-se l'immens firmament. Als tretze anys, juntament amb altres companys de curs i acompanyats pel professor de geografia, va fer una visita a aquell observatori, i va poder veure la Lluna, Júpiter i Saturn. El que hi va veure el va impressionar de tal forma que des d'aleshores l'astronomia es va convertir en una veritable vocació. El mateix Serinanell ens explica què va representar per a ell aquesta visita:



Fig. 1. Manuel Serinanell i Mir.

Durant el curs 1922-1923 els pocs alumnes que vivíem a casa, per ser fills de Vic, però que estudiàvem al Seminari, vàrem ser invitats pel professor de Geografia, que ho era el Dr. Felip Pitxot, a visitar l'observatori, tal com ja s'havia fet anteriorment amb els del curs del Dr. Masnou. No fou cosa despreciada per ningú. No puc precisar ni el dia ni el mes que tingué lloc aquella visita, però sí que puc afirmar que, un cop arribats a dalt, aquella tènue llum de l'observatori —era el vespre— em va donar una visió fantasmagòrica del telescopi, que es veia molt gran, i de la llegenda que també es podia albirar. El cop fort, però, fou la visió de l'escabrosa i turmentada superfície de la Lluna, amb cràters o circs de totes les amplituds i, uns dintre altres, muntanyes i valls. En concret, un altre món... però mort. Observàrem també el gran planeta Júpiter, embolcallat d'unes boniques faixes acolorides i les quatre llunes, les més visibles, que l'acompanyen en la seva revolució a l'entorn del Sol. I per completar la visita, veiérem el magnífic planeta dels anells, Saturn. Tot plegat fou una autèntica revelació per a mi. Em va calar tan profundament que es va convertir en una mena d'infecció científico-moral que, degudament incubada, va mostrar el seu efecte com ho fa una infecció corporal.

A partir d'aleshores el nostre home va començar a llegir llibres de geografia i qualsevol publicació que li arribés a les mans sobre astronomia, fins i tot repassava els calendaris. Assabentat que pel 3 de març de 1924 s'anunciava un eclipsi parcial de Sol, va demanar a Pratdesaba de poder observar

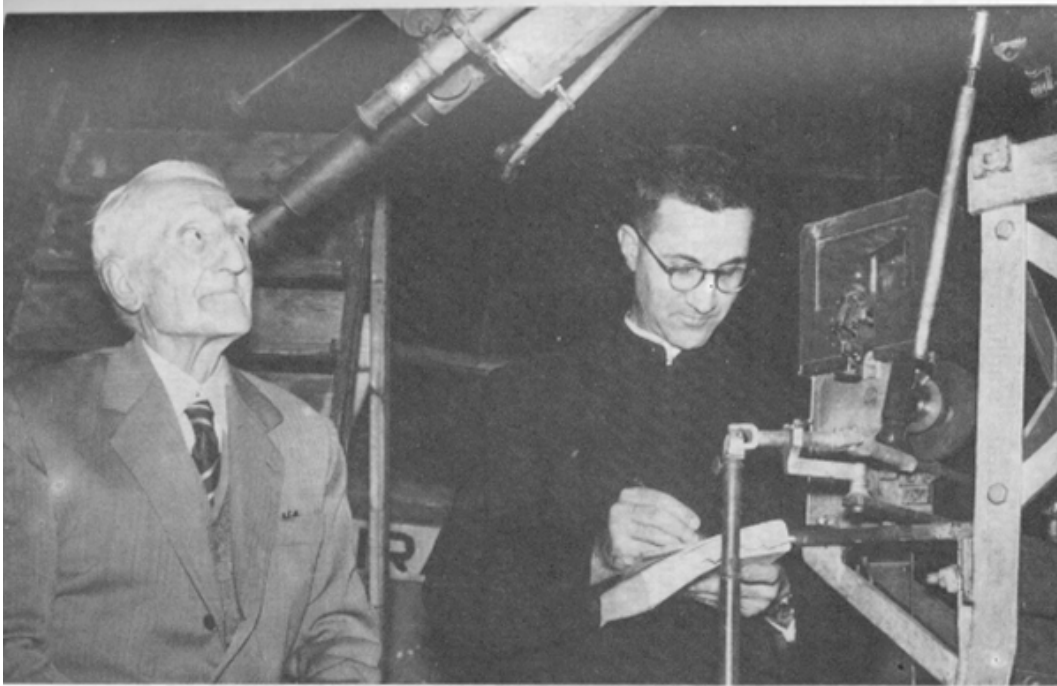


Fig. 2. Mossèn Serinanell amb Josep Pratdesaba.

l'eclipsi des de l'observatori. A partir d'aquella observació compartida es va iniciar una gran amistat i col·laboració. Pratdesaba va orientar i ajudar el jove en els seus inicis en la ciència astronòmica. Li va facilitar el llibre de Josep Comas i Solà *Astronomia*, amb el qual va començar a adquirir els coneixements generals d'aquesta ciència. Aprofitant la descripció que en aquest llibre es feia d'una ullera de lents simples de 40 mm d'obertura, Serinanell, assessorat per Pratdesaba, va construir-se un telescopi similar, sembla que amb un tros de tub de xemeneia i una lent adquirida en una botiga vigatana. Amb aquesta ullera es va iniciar com a observador amb instrument propi.

L'any 1925 Manuel Serinanell ingressava a la Sociedad Astronómica de España y América i el 1929, amb el número 11.889, a la Société Astronomique de France, entitat de la qual va rebre, l'any 1989, la medalla de bronze Camille Flammarion. També va ser membre de la International Lunar Society mentre aquesta va funcionar.

El 1932 va ser ordenat sacerdot exercint tot seguit de vicari a Sora, Perafita, l'Esquirol i Tona, on el va sorprendre l'esclat de la Guerra Civil. Durant la guerra va estar a Vic i a Barcelona. Van ser anys difícils que Serinanell aprofità per ampliar coneixements estudiant música, òpera i astronomia. El 1939 va tornar a Tona i el 1943 va ser destinat a la parròquia de la Pietat de Vic. El 1948 va començar a donar classes de cosmografia i astronomia al Seminari de Vic, iniciant d'aquesta manera la seva faceta com a pedagog.

El seu interès per l'estudi del Sol el va dur a començar el 1954 les observacions de les taques d'aquest astre. Determinava diàriament l'índex d'activitat mitjançant el número de Wolf. Va continuar amb aquesta tasca fins poc abans de la seva mort, esdevenint-ne un dels observadors més regulars del món, segons la valoració de Astronomische Sternwarte de Zurich. Durant molts anys aquesta institució va estar controlant les observacions solars i calculant els índexs definitius de Wolf. Cada observador posseïa un número corrector (factor K) que unificava tots els resultats. Aquest factor és més alt en funció de la menor quantitat de taques solars que l'observador detecta, atesa la inexperiència d'observació, les males condicions atmosfèriques o la deficiència de l'instrumental. Aquest mateix valor és més baix quan més taques es detecten (telescopi massa gran que propicia la confusió entre taques i microporus o inexperiència que no permet distingir entre aquestes dues imatges), Manuel Serinanell

sempre va obtenir uns valors propers a la unitat, cosa no obtinguda per cap altre observador. Aquesta dedicació féu que l'any 1959 li arribés el primer reconeixement oficial: el Consejo de Investigaciones Científicas el nomenava vocal de la Comisión Nacional de Astronomía, tot representant els astrònoms aficionats.

Serinanell, molt interessat també per les matemàtiques, va realitzar diversos treballs de càlcul, sobretot d'efemèrides. En aquest mateix sentit, l'any 1956 va determinar les coordenades geogràfiques de l'observatori de Pratdesaba. Assabentat, més tard, que l'Instituto Geográfico Nacional tenia prevista la reestructuració de la xarxa geodèsica de la província de Barcelona, es va posar en contacte amb el director de la institució per tal de demanar-li que s'inclogués en els càlculs de triangulació l'observatori de Pratdesaba, per calcular més precisament les seves coordenades i així comprovar si els seus càlculs eren ajustats. La resposta de la institució estatal va ser convertir l'observatori de Pratdesaba en un nou vèrtex geodèsic, calculant-ne amb precisió les coordenades i les Unitats Transverses Mercator (UTM).

Com és habitual en molts astrònoms aficionats, mossèn Serinanell també es va dedicar al conreu de la meteorologia. Cap a la dècada de 1970 va començar a col·laborar amb Lluçia Riubrogent, de Ràdio Vic, i l'agost de 1976 l'Institut Nacional de Meteorologia de Barcelona (INM) li va proposar fer-se càrrec de l'estació meteorològica núm. 347-D de Vic, responsabilitat que va acceptar i que va mantenir fins al final de la seva vida. Des del juny de 1985 s'encarregà de donar diàriament les dades del seu observatori per tal d'inserir-les al tauler d'anuncis de l'Ajuntament de Vic, un servei que ha gaudit d'una gran acceptació de la societat vigatana. Formà part del Consell Editorial de la revista de meteorologia *Penell* i va ser l'autor dels resums meteorològics anuals editats pel Patronat d'Estudis Osonencs. Com a reconeixement de la seva tasca meteorològica, l'any 1993 el Centre Meteorològic Territorial de Catalunya, depenent de l'INM, li va concedir un diploma pels anys de servei. D'altra banda, l'Associació Catalana d'Observadors Meteorològics (ACOM) també va voler reconèixer la seva constància en les tasques meteorològiques lliurant-li una placa i un diploma.

L'1 de març de 1986 Manuel Serinanell va iniciar la publicació al setmanari *Ausona* d'una sèrie d'articles amb el títol genèric de «Amics del Cometa Halley», ja que després de 76 anys aquest cometa tornaria a ser visible. En el primer d'aquests articles es feia una crida al públic en general per constituir un grup de persones interessades per tot allò que s'esdevenia a la volta celeste. La resposta no es va fer esperar i de seguida van començar a fer-se trobades d'una sèrie d'aficionats de Vic i comarca que van culminar amb la convocatòria d'una reunió que va tenir lloc el 13 de gener de 1986 a la Casa de Cultura «Galadies», en la qual una quarantena de persones van expressar la intenció de fundar una societat astronòmica. En el decurs dels següents mesos es va anar madurant la idea fins que el 13 de maig de 1987 es va constituir oficialment com a associació l'Agrupació Astronòmica d'Osona. Poc després, davant del notari, mossèn Serinanell va llegir els seus llibres d'astronomia, l'arxiu i els aparells astronòmics a l'Agrupació.

Mossèn Manuel Serinanell va poder gaudir en vida del reconeixement dels seus conciutadans. El 1986 va ser proclamat «Osonenc de l'Any» pel setmanari comarcal *Ausona*. El 1990 va ser pregoner de les festes de tardor i, el 30 de desembre d'aquest mateix any, l'Ajuntament de Vic va acordar donar el seu nom a un carrer de la ciutat com a homenatge i testimoni de la seva dedicació científica. El 1992, coincidint amb el 40è aniversari del Patronat d'Estudis Osonencs, del qual va ser soci fundador, Serinanell va ser nomenat soci d'honor d'aquesta entitat; també en aquest any el Grup d'Art de Vic, Associació d'Amics del Pessebre, li lliurà la distinció Camins de Molsa'92. Mossèn Serinanell ens deixà el 5 de març de 2001.

Escrits de Manuel Serinanell i Mir

- (1952) «Nuevos progresos en la ciencia astronómica», *Ausa*, vol. 1, 2, 66-71.
- (1953) «El próximo paso de Mercurio delante del Sol, desde Vich», *Ausa*, vol. 1, 5, 90-92.
- (1954) «Contribución de Vich al próximo pasado tránsito de Mercurio», *Ausa*, vol. 1, 7, 321-322.
- (1960) *Els Noranta anys de l'il·lustre vigatà Josep Pratdesaba*, Vic [en col·laboració amb Miquel S. Salarich, P. Vinyoles i Vivet, i altres].
- (1983) «Les gràfiques de les temperatures mínimes i de les pluges a Vic i a Sant Julià de Vilatorrada», *Ausa*, vol. 11, 106-107, 65-76.
- (1983) *Resum dels esculls que trobem per portar a terme l'activació de l'Observatori Pratdesaba*, Vic [manuscrit conservat a l'Arxiu i Biblioteca Episcopal de Vic].
- (1989) *Pinzellades sobre la història i orígens de l'astronomia fins al nostre mil·lenari*, Sabadell, AUSA.
- (1992) *L'Observatori Pratdesaba de Vic: gènesi i perfil històric*, Vic, Patronat d'Estudis Osonencs.
- (1994) *Fonaments de l'obra del Rev. P. Manuel Cazador i López, sda. Família*, Vic [text mecanografiat conservat a l'Arxiu i Biblioteca Episcopal de Vic].
- (2000) «Llum», *Ausa*, vol. 19, 145, 109-131.

Bibliografia

BERNAT, P. (2010), *Científics d'Osona. Diccionari històric i biobibliogràfic dels científics nascuts o vinculats a Osona*, Vic, Patronat d'Estudis Osonencs.

BERNAT, P. (2006), «Científics». *Vicgrafies*, 4, Centre d'Estudis Socials d'Osona.

BERNAT, P.; TORRENTS, A. (2009), «La tradició astronòmica a Vic durant el segle XX», *Ausa*, vol. XXIV, 163, 203-215.

CASALS I GUIU, J. M. (2006), «La petita història de l'Agrupació Astronòmica d'Osona». A: BERNAT, P. (coord.), *Actes de la Primera Jornada d'Història de l'Astronomia i de la Meteorologia. Vic, 4 de juny de 2005*, Vic, Agrupació Astronòmica d'Osona, 43-48.

OLIVER, J. M. (1997), *Historia de la astronomía amateur en España*, Madrid, Equipo Sirius.

SALA I ORRI, J. (1996), «Mn. Manuel Serinanell i l'Agrupació Astronòmica d'Osona», *Revista Vic*, Juny, 13-15.

SERINANELL, M. (1992), *L'Observatori Pratdesaba de Vic: gènesi i perfil històric*, Vic, Patronat d'Estudis Osonencs.

ECLIPSIS

T. CADEFAU SURROCA¹; M.A. CATALÀ POCH²; F. DACHS CADEFAU³

¹IES Pere Borrell, Puigcerdà

²Departament d'Astronomia i Meteorologia, Universitat de Barcelona

³Estudiant de la llicenciatura de Matemàtiques FME (UPC)

Paraules clau: *eclipsis, sistema solar: Sol, Terra i Lluna*

Eclipses

Summary: The eclipses of Sun, the annular one of year 2005, and the total of year 2006, have contributed directly to increase the interest for these phenomena. We present a form of calculation of the degree of darkness or darkening and of the magnitude of the eclipse, which although being based with the flat geometry allows us to know these values with quite a lot of accuracy. This activity is addressed to pupils from 15 to 17 years old.

Key words: *eclipses, solar system: Sun, Earth and Moon*

Introducció

A l'IES Pere Borrell de Puigcerdà, igual que en d'altres centres, l'eclipsi anular del 3 d'octubre de 2005, que vam veure com a parcial, es va observar amb expectació. Durant el matí es van anar intercalant els núvols i les clarianes, tot i així es va poder seguir. Es va observar per projecció, amb ulleres específiques per a l'eclipsi, a través d'un filtre de soldador del número 18... També es van enregistrar els valors de lluminositat i de temperatura i posteriorment es compararen els seus gràfics amb els enregistrats l'endemà. Per altra part, l'alumne Ferran Dachs amb l'ajuda d'un company, Adrià Martínez, va aconseguir fotografiar l'eclipsi. Amb les imatges obtingudes determinà amb força aproximació la magnitud de l'eclipsi i l'enfosquiment.

Pretenem aquí donar un apunt sobre els eclipsis com a pas previ per presentar aquest mètode de càlcul, i acabarem amb una proposta que pot venir a completar algun dels aspectes curiosos de la geometria dels eclipsis.

Apunts sobre eclipsis (J. J. de Orús Navarro i M. A. Català Poch, 1986-1987) (De Orús Navarro et al., 2007)

El terme *eclipsi* significa un enfosquiment de la llum d'un astre o un cos celeste per un altre. Així un eclipsi de Sol per la Lluna rep el nom d'*eclipsi de Sol*. Un eclipsi de Sol per un planeta inferior s'anomena *pas del planeta* per davant del Sol. Un *eclipsi de Lluna* és un eclipsi de Lluna per la Terra. I una *ocultació d'una estrella o planeta* és un eclipsi de l'estrella o planeta per la Lluna.

El moviment anual del Sol en l'esfera celeste és aparent i degut al moviment de translació de la Terra. Així, si la Terra descriu una el·lipse al voltant del Sol i aquest ocupa un dels seus dos focus, el moviment aparent del Sol des de la Terra també serà una el·lipse on la Terra ocuparà un dels focus. Anomenem pla de l'eclíptica el pla que ens determina aquest moviment. En realitat el Sol no descriu una el·lipse, sinó que es desplaça segons una línia sinuosa i el seu valor mitjà és l'eclíptica, la causa d'això rau en el fet que no és la Terra la que descriu una el·lipse, sinó el centre de gravetat Terra-Lluna, i aquest moviment està pertorbat per la resta de planetes.

L'òrbita de la Lluna al voltant de la Terra és aproximadament el·líptica, el seu moviment està pertorbat pel Sol; els valors de l'excentricitat varien de 0,044 a 0,067 i la inclinació, entre 4°58' i 5°19', mentre que el semieix gran de valor mitjà 384.400 km gira en el sentit directe amb un període de 8 anys i 310 dies. La intersecció de l'òrbita lunar amb el pla de l'eclíptica determina la línia dels nodes. Anomenem node ascendent el punt pel qual la Lluna passa de l'hemisferi celeste sud a l'hemisferi celeste nord; l'altre punt serà el node descendent. El *mes draconític* és el temps transcorregut entre dos passos consecutius de la Lluna pel node ascendent de l'òrbita, el valor admès és de 27,212218 dies. Per altra part, el moviment aparent de la Lluna respecte de les estrelles ve acompanyat per una variació del seu aspecte, són les fases de la Lluna (Lluna nova, quart creixent, Lluna plena i quart minvant), ja que és un cos opac i la seva posició respecte del Sol en el seu moviment de translació varia. El *mes sinòdic, llunació o mes lunar* és l'interval mitjà entre dues conjuncions successives de la Lluna i el Sol o llunes noves. El seu valor es calcula a partir d'èpoques en què s'ha produït un eclipsi de Sol separades per temps molt llargs, el seu valor és de 29,5305883 dies.

Només es produirà un eclipsi quan la Lluna sigui propera a la recta determinada pels centres del Sol i de la Terra, ja que a causa de les seves dimensions no cal que els tres astres estiguin totalment alineats, és a dir la Lluna ha d'estar propera al node i en oposició o conjunció, en una *sizígia*. En Lluna nova o quasi podem tenir eclipsi de Sol, de la mateixa manera que en Lluna plena o quasi podem tenir eclipsi de Lluna, però no té perquè haver-hi eclipsi en cada sizígia, ja que l'òrbita de la Lluna està inclinada. Per tant, és evident que el fet que es produeixi un eclipsi dependrà directament de la periodicitat del mes sinòdic, del mes draconític i de l'interval de temps transcorregut entre dos passos consecutius del Sol pel node, que és de 346,62 dies i l'anomenem *any eclipsi*. El mes draconític ens limita el temps mínim entre dos eclipsis, un de Sol i l'altre de Lluna, o a l'inrevés, en 13,6 dies, i l'any eclipsi donaria una separació de 173 dies entre dues zones d'eclipsis.

Per altra part no oblidem que les òrbites de la Terra al voltant del Sol i de la Lluna al voltant de la Terra són el·líptiques i per tant la distància relativa entre els tres astres varia i com a conseqüència també canviarà la grandària aparent del Sol i de la Lluna.

Observem que 223 revolucions sinòdiques o llunacions són aproximadament 242 revolucions draconítiques, que corresponen a 19 anys eclipsi; aquest període de 18 anys, 11 dies i 8 hores l'anomenem *període Saros* o període en què es reproduiran els eclipsis quasi en idèntiques condicions, encara que serà en un lloc situat a uns 120°; és a dir, perquè es produeixin a la mateixa zona hauran de passar 54 anys i 34 dies, i tot i així encara estaria desplaçada cap al nord o cap al sud.

Els eclipsis de Sol o solars poden ser:

- *Eclipsi parcial*, quan la Lluna no està del tot alineada amb la Terra i el Sol, i no arriba a cobrir-lo totalment. En aquest cas l'ombra de la Lluna no arriba a tocar cap lloc de la superfície terrestre.
- *Eclipsi anular*, quan la Lluna està totalment alineada amb la Terra i el Sol, però la seva ombra no és prou llarga per arribar a tocar la superfície de la Terra, serà l'antiombra la que la tocarà. En aquest cas la Lluna tapa la part central del disc solar.
- *Eclipsi total*, quan la Lluna està més propera a la Terra i la seva ombra i penombra es projecten sobre la superfície terrestre.
- *Eclipsi híbrid o mixt (anular-total)*, quan l'extrem de l'ombra coincideix amb un lloc de la Terra.

Si es tenen en compte els semidiàmetres aparents del Sol i de la Lluna, i la paral·laxi horitzontal dels dos astres, en el moment de la conjunció del Sol i la Lluna la condició perquè hi hagi eclipsi és que la latitud de la Lluna sigui inferior a $1^{\circ}24'36''$, no serà possible si és superior a $1^{\circ}34'46''$ i serà dubtós si es troba entre els dos límits.

Un dels objectius de la teoria d'eclipsis és trobar les circumstàncies perquè es produeixi un eclipsi en un lloc determinat de la Terra, evidentment és una cosa complexa i es basa en què durant un eclipsi de Sol la Lluna projecta dos cons d'ombra: un de tangent exterior a la superfície de la Lluna i el Sol, o con d'ombra, i un altre tangent interior, o con de penombra. L'eix d'aquests cons l'anomenem *l'eix d'ombra*; aleshores, en un lloc de la Terra hi haurà eclipsi total o parcial si la distància d'aquest lloc a l'eix d'ombra és menor que el radi del con d'ombra o penombra corresponent a aquest lloc.

Les circumstàncies d'un eclipsi per a un lloc determinat són: principi i fi de l'eclipsi, màxima fase de l'eclipsi, angle de posició dels punts de contacte, enfosquiment i magnitud de l'eclipsi.

En els anuaris amb els elements dels eclipsis de Sol, s'inclouen mapes a partir dels quals es poden deduir els valors aproximats de les circumstàncies per a un lloc determinat. Per fer-nos càrrec de la forma de l'ombra o la penombra de l'eclipsi dibuixades en aquests mapes, només ens cal considerar que, del con d'ombra o penombra podem treure una secció circular, o el·líptica, o parabòlica, només variant el pla d'inclinació, que equivaldria a la projecció de l'ombra o la penombra sobre la superfície de la Terra, i a la qual només caldria afegir o incorporar el moviment relatiu del Sol i la Lluna.

Eclipsis de Lluna

El càlcul d'un eclipsi de Lluna és similar al d'un eclipsi de Sol, encara que en aquest les circumstàncies i els temps seran els mateixos per a tots els llocs en els quals la Lluna es veu. Diferenciem: eclipsi penombral, quan la Lluna entra en la penombra de la Terra; eclipsi parcial, quan la Lluna està inclosa parcialment en el con d'ombra, i eclipsi total, quan la Lluna entra plenament dins el con d'ombra.

Si suposem la Terra esfèrica de radi el corresponent a un lloc de latitud 45° , i tenim en compte la paral·laxi de la Lluna per a aquesta latitud, en l'oposició, hi haurà possibilitat d'eclipsi per a latituds del centre de la Lluna inferiors a $1^{\circ}36'38''$; i per a latituds inferiors a $0^{\circ}23'48''$ podrem assegurar que hi haurà eclipsi total.

Per calcular les circumstàncies d'un eclipsi de Lluna es poden utilitzar les equacions de l'eclipsi de Sol intercanviant els valors de la Terra pels de la Lluna. En aquest cas també parlarem de màxima fase de l'eclipsi, magnitud de l'eclipsi, grau de foscor i angle de posició del punt de contacte.



Fig. 1. Eclipsi solar del 3 d'octubre de 2005 a Puigcerdà (autor: F. Dachs).

Una peculiaritat dels eclipsis de Lluna és que aquesta no es torna invisible, ja que els raigs de Sol quan entren a l'atmosfera terrestre es desvien per efecte de la refracció, primer apropant-se a la vertical i després separant-se'n, i això fa que en un eclipsi total de Lluna aquesta quedi il·luminada pels raigs de llum que hauran travessat l'atmosfera i apareix de color rogenc-ataronjat.

L'eclipsi anular del 3 d'octubre de 2005

En aquest apartat es presenta un mètode per calcular la magnitud i el grau de foscor de l'eclipsi utilitzant fotografies fetes del mateix eclipsi i la geometria plana. Com a cas pràctic està calculat per a Puigcerdà (latitud: 42° 26' longitud: 1° 56'E) en l'eclipsi anular del 3 d'octubre de 2005.

L'Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando (Cadis), en la seva web, informava de les circumstàncies locals a Espanya de l'eclipsi anular de Sol del 3 d'octubre de 2005. Les dades per a Puigcerdà eren: principi de l'eclipsi a les 7 h 43 min 55,9 s TU, o temps universal (el temps oficial era per aquell dia les 9 h 43 min 55,9 s); el màxim eclipsat es produiria a les 9 h 3 min 4,5 s TU, la magnitud de 0,862 i el tant per cent eclipsat del 80,8 %; i finalitzaria a les 10 h 29 min 18,5 s TU.

Les circumstàncies eren excepcionals i en Ferran Dachs, llavors alumne de 2n de batxillerat, i com a aplicació del treball de recerca «Les còniques», ja que l'eclipsi no deixava de ser la intersecció de dos cercles, es va proposar calcular la magnitud de l'eclipsi i l'enfosquiment. Li calia obtenir una bona fotografia de l'eclipsi, i per fer-ho comptava amb la seva càmera digital i un filtre de soldador del número 11. La fotografia adjunta, figura 1, està presa a les 11:02:58 Temps Oficial (09:02:58 TU) del dia 3 d'octubre de 2005 amb un temps d'exposició de 1/20s, una sensibilitat ISO de 64, una obertura de diafragma de 3,8, zoom de 40 augments i una resolució de 4 megapíxels forçada per obtenir una resolució de 3.200 x 2.400 píxels.

Càlcul de la magnitud de l'eclipsi i l'enfosquiment

Per calcular la magnitud i l'enfosquiment de l'eclipsi és necessari, en primer lloc, determinar en la fotografia el diàmetre del disc del Sol i de la Lluna. El mètode de càlcul és una simple aplicació del teorema de Pitàgores, tal com es mostra a la figura 2. Amb l'ajut de paper vegetal per no malmetre la

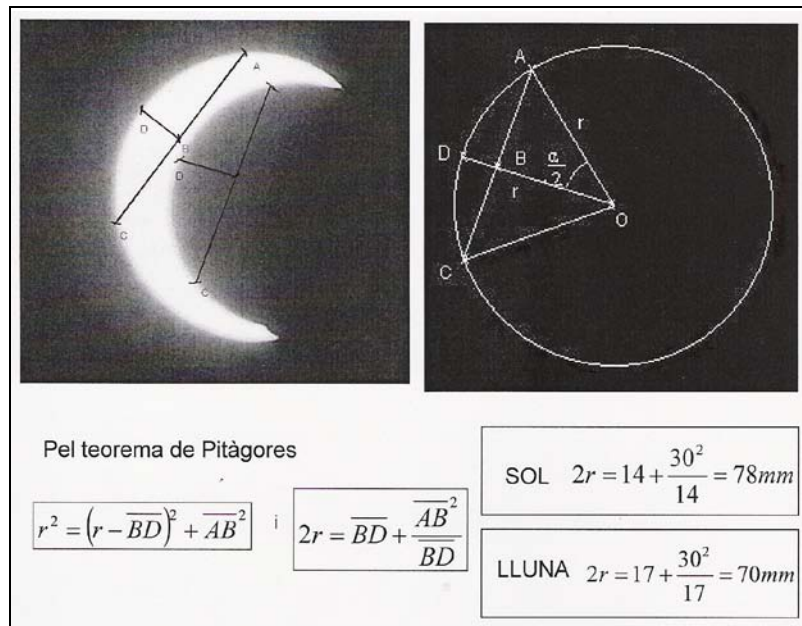


Fig. 2. Càlcul del radi.

fotografia, determinà per al Sol i sobre la fotografia original les longituds de 30 mm entre A i B, i de 14 mm entre B i D, que donen un valor del diàmetre del disc solar de 78 mm; de la mateixa manera determinà el diàmetre de la Lluna en 70 mm.

La magnitud de l'eclipsi, M , és defineix com la proporció de diàmetre amagat en el moment de màxima fase, és a dir:

$$M = \frac{2r - d}{2r} \quad (1)$$

on: $2r$ és en el nostre cas el diàmetre del Sol, i d és la distància màxima en direcció radial no eclipsada, vegeu la figura 3, que mesurada sobre la fotografia original és de 16 mm.

El valor així trobat per la magnitud de l'eclipsi resultà ser de 0,79, un valor proper al previst per l'Observatori de San Fernando (0,862).

El percentatge eclipsat o enfosquiment és la proporció d'àrea eclipsada. En primer lloc es va calcular l'àrea eclipsada, vegeu figura 3, per la qual va determinar la següent expressió:

$$S_E = S_S + A_{II} - S_{II} \quad (2)$$

on: S_S és l'àrea del segment circular del Sol determinat pels punts d'intersecció del contorn del disc solar i el contorn del disc lunar. S_{II} és l'àrea del segment circular de la Lluna determinat pels punts d'intersecció del contorn del disc solar i el contorn del disc lunar; i A_{II} és l'àrea del disc de la Lluna, que vindrà donada per: $A_{II} = \pi \cdot r^2$, i on r és el radi.

(Observem que si la magnitud fos inferior o igual a 0,50 seria: $S_E = S_S + S_{II}$)

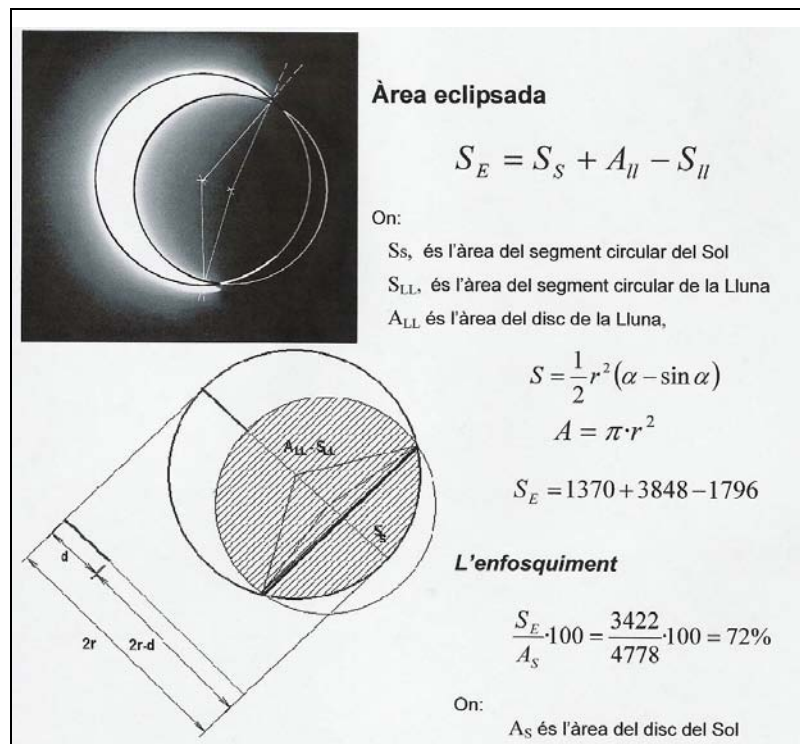


Fig. 3. Càlcul de l'engepinament.

L'àrea del segment circular, vegeu figura 2, és la diferència entre l'àrea del sector circular d'angle α mesurat en radians i l'àrea del triangle ΔOAC , així:

$$S = \frac{1}{2} r^2 (\alpha - \sin \alpha) \quad (3)$$

L'àrea del segment circular del Sol val 1.370 mm^2 perquè el radi del disc solar és de 39 mm i l'angle del sector circular és de 140° , o equivalentment $2,443$ radians, un angle que es va mesurar directament sobre la fotografia amb un transportador. I per la Lluna l'àrea del segment circular val 1.796 mm^2 , ja que el radi del disc lunar és de 35 mm i l'angle del sector circular és de 174° , o equivalentment $3,037$ radians. Per altra part, l'àrea del disc de la Lluna és de 3.848 mm^2 , i consegüentment la superfície total eclipsada és de 3.422 mm^2 . Tenint en compte que la superfície del disc solar és de 4.778 mm^2 , l'engepinament trobat és del 72% . Un valor també lleugerament inferior al previst per l'Observatori de San Fernando ($80,8\%$).

Aquests valors de la magnitud ($0,79$) i de l'engepinament (72%) de l'eclipsi els considerem prou aproximats (errors del 8% i de l' 11% respectivament, vist el mètode de càlcul, ja que: no s'ha tingut en compte l'esfericitat de la Lluna i el Sol; els dos discs (solar i lunar) s'han suposat cercles perfectes, i tampoc no es va considerar en limitar els dos discs la difusió i la difracció de la llum que fa que el disc solar sembli més gran.

	Distància Terra-Sol (km)	Grandària aparent Sol (')			Distància Terra-Lluna (km)	Grandària aparent Lluna (')	Angle con ombra (')	Llargada con ombra (km)
Terra periheli	147.097.192	32'31"91	excentricitat 0,044	Lluna perigeu	367.486	32'35"99	32,31"90	367.320
				Lluna apogeu	401.314	29'50"74	32'32"32	367.236
			Excentricitat 0,067	Lluna perigeu	358.645	33'24"32	32'31"78	367.342
				Lluna apogeu	410.155	29'12"05	32'32"47	364.213
Terra afeli	152.102.808	31'27"67	excentricitat 0,044	Lluna perigeu	367.486	32'35"99	31'27"51	379.851
				Lluna apogeu	401.314	29'50"74	31'27"93	379.766
			Excentricitat 0,067	Lluna perigeu	358.645	33'24"32	31'27"40	379.873
				Lluna apogeu	410.155	29'12"05	31'28"04	379.744

Taula 1. Grandàries aparents o diàmetres aparents del Sol i la Lluna, i angle d'obertura i llargada del con d'ombra.

Curiositats dels eclipsis, o propostes que vindrien a completar algun dels aspectes curiosos de la geometria dels eclipsis

Càlcul de la longitud del con d'ombra i les grandàries aparents del Sol i de la Lluna en els eclipsis de Sol

A part que els tres astres, Sol, Terra i Lluna, estiguin alineats o quasi, la possibilitat d'eclipsi i el seu tipus ve condicionat per la distància relativa entre els tres astres i la grandària aparent ($\alpha = 2 \cdot \arctan R / (d - R \cdot (1 - \cos 45^\circ))$) del Sol i de la Lluna. A partir de la distància mitjana entre el Sol i la Terra, i entre la Terra i la Lluna, i de les excentricitats de les respectives òrbites es calcula entre quins valors poden variar les distàncies relatives dels tres astres i així es pot saber si l'ombra projectada per la Lluna pot arribar o no a la superfície de la Terra. En cada cas, tenint en compte la grandària aparent del Sol i de la Lluna sabrem fins a quin punt el disc solar pot ser o no cobert pel disc lunar, i així podrem entreveure el tipus d'eclipsi que es podria observar. Els resultats que s'obtenen es recullen a la taula 1.

Cas particular: càlcul de la llargada i l'angle del con d'ombra d'un eclipsi determinat

Actualment, si no es disposa d'un anuari, internet ofereix la possibilitat de conèixer les efemèrides del Sol i de la Lluna. Així és possible calcular l'angle d'obertura ($\beta = 2 \cdot \arctan (R_S -$

R_{LL}/d_{TS}) i la longitud del con d'ombra ($L = R_{LL}/\tan\beta/2$) en un eclipsi, i per tant deduir-ne les circumstàncies i el tipus.

Per exemple: per l'eclipsi del 3 d'octubre de 2005: F. Espenak (Eспенak, 1999) ens dona les següents efemèrides: diàmetre aparent del Sol 1.918,1"; distància de la Terra al Sol, 1,000639 UA (és a dir, 149.695.594 km); diàmetre aparent de la Lluna, 1.804,4"; distància de la Lluna a la Terra, 397.400 km; es pot calcular l'angle d'obertura del con d'ombra, el qual resulta ser de 1.910,23", i la longitud del con d'ombra, de 375.332 km. Amb aquests resultats observem que la longitud del con d'ombra és menor que la distància de la Terra a la Lluna, i l'angle d'obertura del con d'ombra és una mica inferior a la grandària aparent del Sol i superior a la de la Lluna; per tant, tindrem la següent situació: a la Terra hi arriba el con d'antiombra i la Lluna no arriba a tapar el Sol, llavors serà un eclipsi anular.

Deduir la trajectòria de l'ombra en un eclipsi de Lluna

Si disposem de diverses fotografies de l'eclipsi, només cal determinar el centre del disc lunar i la dels discs d'ombra i observar com canvia la posició relativa entre els dos centres. Per determinar amb més cura el centre del disc de l'ombra va bé forçar el temps d'exposició de les fotografies.

Càlcul de la desviació mínima que pateix un raig de llum, a fi que en un eclipsi total la Lluna es vegi rogenca

En un eclipsi total de Lluna, aquesta no es torna invisible, sinó que té una aparença rogenca perquè queda il·luminada per alguns raigs de Sol que s'han desviat per efecte de la refracció en l'atmosfera terrestre. Es pot calcular la desviació mínima necessària soferta per aquests raigs calculant la distància geocèntrica del vèrtex del con d'ombra i comparant el seu valor amb la distància entre la Terra i la Lluna.

Representació gràfica dels eclipsis dels últims anys en funció de la data en què s'han produït

Es pot fer una valoració del nombre d'eclipsis durant l'any utilitzant la informació que podem trobar a Internet (Eспенak & Meeus, 2008; Espenak & Meeus, 2009). L'activitat consistiria a representar gràficament els eclipsis ocorreguts per any en funció de la data, queda així evidenciada la seva periodicitat.

Trobar el nombre d'eclipsis màxim i mínim que hi pot haver durant un any

Deduir el nombre mínim i màxim d'eclipsis per any estadísticament, amb el gràfic anterior, o tenint en compte les condicions i característiques que s'han de complir perquè hi hagi eclipsi. Així, per una banda sabem que moltes vegades els eclipsis de Sol i de Lluna vénen aparellats, un de Sol seguit d'un de Lluna o a l'inrevés, serien al voltant d'un mateix node i separats uns 13,6 dies, tenint en compte la durada del mes draconític; com a màxim a cada zona pot haver-n'hi tres. Per altra part, durant l'any civil tenim dues zones d'eclipsi o com a màxim «dues i mitja», ja que l'any eclipsi és de menor durada. És a dir, hi hauria un mínim de quatre eclipsis i un màxim de set per any.

Comprovar si les prediccions d'eclipsi fetes per Jacob ben David Bonjorn, s'han complert

Jacob ben David Bonjorn, astrònom català del segle XIV, elaborà unes taules dedicades a les sizígies i als eclipsis precedides d'uns canons explicatius sobre el seu maneig, i calculades per Perpinyà. Creiem que comprovar alguns dels eclipsis que va preveure, a part de ser curiós, pot ajudar a conèixer-lo i ensenyar-nos com es treballava llavors. Va bé comparar la informació sobre l'eclipsi amb la d'un anuari actual o la pàgina web d'algun observatori.

Per exemple: segons les taules de Bonjorn hi hauria eclipsi de Lluna, visible a Perpinyà, el 29.03.1363, a les 17 h 28 min (o a les 5:28 h del dia julià següent, és a dir 30.03.1363, ja que el dia comença al migdia, i l'any el mes de març), abans de la sortida del Sol (6 h 0 min); l'argument de la latitud de la Lluna és $5s\ 27^{\circ}\ 18'$. De la taula d'eclipsis de Lluna: la part del diàmetre lunar eclipsada és d'uns 13 dits i 2 min (diàmetre solar equival a 12 dits), la semidurada de l'eclipsi és 1 h 37 min, i la semidurada de la totalitat, 22 min.

A les taules de F. Espenak (Eспенak & Meeus, 2008) podem comprovar que el dia 30 de març de 1363 hi va haver un eclipsi total de Lluna, a les 5 h 07 min, de magnitud 1,320; la durada de l'eclipsi fou de 108 minuts, i la durada de la totalitat, 41 minuts.

Bibliografia

ESPENAK, F. (1999), *Twelve Year Planetary Ephemeris: 1995-2006*, NASA (RP1349).

ESPENAK, F.; MEEUS, J. (2008), *Five Millennium Catalog of Solar Eclipses: – 1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE)*, NASA, TP-2008-214170.

ESPENAK, F.; MEEUS, J. (2009), *Five Millennium Canon of Lunar Eclipses: –1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE)*, NASA, TP-2009-214172.

ORÚS NAVARRO, J. J. DE; CATALÀ POCH, M. A. (1986-1987), *Apuntes de Astronomía*, Barcelona, Departament de Física de l'Atmosfera, Astronomia i Astrofísica, Universitat de Barcelona, Facultat de Física.

ORÚS NAVARRO, J. J. DE et al. (2007), *Astronomía esférica y mecánica celeste*, Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona:
http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/ciencia_observatorio/03_Efemerides--03_Eclipses#octubre2005

SATURN

T. CADEFAU SURROCA¹; M.A. CATALÀ POCH²

¹IES Pere Borrell, Puigcerdà

²Departament d'Astronomia i Meteorologia, Universitat de Barcelona

Paraules clau: *sistema solar, Saturn*

Summary: Known since ancient times, the image that identifies Saturn is a planet surrounded by a ring system, a particular feature that characterizes it though it isn't the only planet that has it. At the end of July of 1610, when Galileo turned his telescope towards Saturn for the first time, he described it as a triple planet. Saturn gains prominence, its history and especially the history of its ring system during these four hundred years, has been related to the quality of the instruments of observation. We present a collection of history of these rings.

Key words: *solar system, individual (Saturn)*

Història de Saturn

El 25 de juliol de 1610, Galileu va descobrir la llavors insòlita forma de Saturn que qualificà com «...una altra estranya meravella...», «...Saturn no és una sola sinó un compost de tres que quasi es toquen però que mai entre si es mouen o canvien i estan posades en fila segons la longitud del zodíac, sent la del mig tres vegades més gran que les altres dos laterals i estan situades d'aquesta forma oOo...». Es convertí així en la primera persona que observava els anells de Saturn.

Galileu va veure Saturn com un disc acompanyat d'uns altres dos discos més petits i situats un a cada costat, i va pensar que eren satèl·lits, els satèl·lits un dia per altre no es movien. Dos anys més tard observa Saturn solitari. El 1916, Galileu tornà a observar Saturn, els anells tornaven a ser visibles.

Durant la primera època els canvis en l'aparença de Saturn eren observats amb curiositat, i fou a finals de la primera meitat del segle XVII quan se sistematitzaren aquestes observacions. Al principi, els «afegits» de Saturn s'interpretaven com satèl·lits o com «nanses», preocupava la seva configuració, la periodicitat del canvi d'aparença i les seves causes.

L'any 1656, Johannes Hevelius publica la periodicitat correcta del fenomen i ho explica postulant un cos oval amb nanses; ara bé, segons Caramuel el primer en establir el període de la metamorfosi de Saturn és Odierna, i tot seguit Hevelius, que amb culta prosa i elegants làmines confirma en gran part el que havia dit Odierna (Rosselló Botey, 2000: 270). Odierna suggereix l'any 1657 que Saturn té una

forma oval amb quatre taques fosques a sobre, de manera que la forma esfèrica es veu quan l'eix gran està dirigit cap a la Terra, i la forma el·líptica, quan el veiem longitudinalment. El 1658 Christopher Wren argumentava una corona lligada a Saturn, on el planeta i la corona giraven lliurement al voltant de l'eix gran de la corona. Wren creia que la corona tenia una estructura fluida causada per emanacions de vapor de la zona equatorial o «tòrrida» del planeta. Gilles Personne de Roberval considerava Saturn com a esfèric i que qualsevol canvi en la seva aparença estava provocat per una capa de vapors generats per Saturn.

L'any 1655 Christian Huygens va descobrir el primer satèl·lit de Saturn, Tità, i el 1656 comunicava amb un anagrama la seva teoria d'un anell envoltant el planeta, que es va publicar l'any 1659, el *Systema Saturnium*; Huygens argumentava un únic anell sòlid, de gruix perceptible i amb una inclinació respecte al pla orbital de Saturn. Suposava que l'anell era invisible perquè absorbia tota la llum o perquè era tan fi que reflectia poc la llum del Sol. La predicció donada en el *Systema Saturnium* per l'oposició de 1671 va ser raonadament correcta, consegüentment la teoria de l'anell de Huygens podia explicar el canvi d'aparença de Saturn. A *Cosmotheorus* (1696), obra pòstuma, assignava a l'anell un gruix de 600 milles germanes, més de 2.500 milles angleses (Van Helden, 1984: 30-31) (uns 4.000 km).

L'any 1671 l'anell de Saturn era un fet científic.

Giordano Domenico Cassini va descobrir quatre satèl·lits de Saturn: Iapetus l'any 1671, Rhea el 1672, i Tethys i Dione el 1684. L'any 1675, Cassini va trobar que la part interna de l'anell, més brillant, estava separada de la part externa, menys brillant, per una banda negra que va interpretar com un forat, és a dir: hi havia dos anells. Christopher Wren, l'any 1702, proposà un anell de Saturn format per un gran nombre de petites llunes que envoltaven el planeta i que a causa del seu ràpid moviment semblaven un cos sòlid. William Herschel va observar la zona fosca descoberta per Cassini a una i altra banda de l'anell, abans i després de l'oposició de l'any 1789. D'aquesta manera es confirmava l'existència d'una divisió en l'anell de Saturn. L'any 1782, el mateix Herschel va descobrir dos satèl·lits nous de Saturn: Enceslaus i Mimas.

A finals del segle XVIII, Saturn tenia set satèl·lits i un sistema de dos anells separats per la divisió de Cassini.

Per altra part, durant el segle XVII els descobriments sobre la gravitació, el telescopi reflector i les teories sobre l'òptica d'Isaac Newton van revolucionar l'astronomia, la física i les matemàtiques. Cal destacar les aportacions en el camp de l'astronomia de Leonard Euler, Claude Clairaut, Jean le Rond d'Alembert, Jean Louis Lagrange i Pierre Simon Laplace, tots ells seguidors de Newton. Laplace l'any 1796, a *Exposition du Systeme du monde*, que tractava sobre l'origen i la formació del sistema solar, hi explicà la seva hipòtesi de la nebulosa, segons la qual la formació dels planetes hauria tingut lloc per refredament i contracció de la matèria que donaria pas a la formació dels anells, de manera semblant a la que s'observa en el sistema de Saturn, i d'on posteriorment en resultarien els satèl·lits. També estudiava l'estabilitat dels anells de Saturn, que per ell representarien un cas únic de material nebular solidificat. Laplace creia que el sistema d'anells de Saturn estaria format per un gran nombre d'anells sòlids, prims, concèntrics i irregulars en amplada i densitat, de manera que el seus centres de gravetat no coincidirien amb els seus centres geomètrics, sinó que aquests centres podrien representar-se per satèl·lits; consegüentment la divisió de Cassini no podia ser única.

El 1825 Henry Kater va veure tres divisions en l'anell A, la del mig molt més àmplia que les altres dues; i Johann Enke, director de l'Observatori de Berlín, va observar una banda fosca en l'anell que coincidia amb la divisió reclamada per Kater. L'existència del forat, ara coneguda com la divisió d'Enke, va ser ràpidament verificada per altres observadors. Johan Galle el 1837 va observar que la part interior de l'anell de Saturn no estava clarament definida; per altra part, William Cranch Bond i George Phillips Bond, pare i fill, el 1850 van veure una banda fosca; Charles W. Tuttle, el seu ajudant, va suggerir que podria ser deguda a un altre anell fosc a l'interior de l'anell B. Paral·lelament, William R.

Daves, independentment, quinze dies més tard arribà a la mateixa conclusió (Leverington, 1996: 73). Se l'anomenà l'anell fosc o de crepè.

El 1849, Edouard Roche tornà a examinar la constitució dels anells i va arribar a la conclusió que podia tractar-se d'un satèl·lit de Saturn que, en apropar-se al planeta, s'havia trencat o esmicolat a causa de les forces de marea, formant així el sistema d'anells. Va calcular el límit o distància a partir de la qual un objecte que orbités al voltant d'un planeta en apropar-se a aquest s'esmicolaria a causa de les tensions provocades per les forces de marea (límit de Roche).

L'any 1852 diversos observadors explicaven que el contorn del planeta es podia veure a través de l'anell C; la teoria de Laplace d'anells sòlids perdia consistència. L'any 1857 James Clerk Maxwell explicà que el sistema d'anells només podria ser estable si estava format per corpuscles cada un dels quals descrivís al voltant del planeta una òrbita pròpia, com si fossin una gran quantitat de petits satèl·lits. Els diversos anells no tindrien períodes de rotació determinats, ja que cada corpuscle que els constitueix obeeiria pel seu compte la tercera llei de Kepler, i per tant les partícules més allunyades de Saturn es mourien més lentament que les més properes, que ho farien més ràpid. Aquests corpuscles haurien d'ésser molt nombrosos, ja que apareixien com un tot continu que reflecteix cap a nosaltres la llum solar.

A mitjan segle XIX hi ha dos fets que obren una nova línia d'investigació: la fotografia i la seva utilització per estudiar el cel, i l'anàlisi espectral i la seva aplicació a la investigació de la constitució física dels cossos celestes; s'inicia l'astrofísica.

Angelo Secchi (1818-1878), jesuïta, fou el primer a analitzar amb un espectroscopi la llum dels estels, i observant Saturn i el seu anell trobà les seves dimensions i determinà la intensitat lluminosa en les diferents zones. Observà que l'anell intern de Saturn era nebulós i va ser el primer en afirmar que la seva superfície no era plana, va determinar també la magnitud aparent del disc, l'aixafament i l'excentricitat del sistema d'anells. Va demostrar que l'espectre de Saturn tenia, a part de ratlles que testimoniaven la presència de vapor d'aigua, altres zones característiques, especialment cap al vermell, que li van fer concloure que la seva atmosfera no estava «encara purgada i tenia elements diferents a la nostra» (Abetti, 1980: 233).

L'opinió que els anells estaven formats per partícules quedà establerta a partir de 1859, però faltava explicar les divisions observades en l'anell, o zones que correspondrien a regions de baixa densitat o buides de partícules.

L'any 1866 Kirkwood va explicar les divisions d'Enke i de Cassini en els anells com a conseqüència de les perturbacions dels satèl·lits més interns de Saturn. Assenyalà que a una hipotètica partícula situada sobre la divisió de Cassini li correspondria un període de translació aproximadament igual a la tercera part del període d'Enceladus, la meitat de Mimas i la quarta part de Tetis; l'acció combinada dels tres satèl·lits provocaria que amb el temps la partícula en qüestió fos desplaçada fora de la seva òrbita, és a dir que fos apartada de la divisió de Cassini (fenòmens de ressonància orbital). Per altra part, la divisió d'Enke correspondria a un període orbital de 3/5 de Mimas.

L'any 1865 Richard Proctor va presentar una explicació més completa de la naturalesa dels anells: l'anell C seria relativament fosc, perquè la densitat de les partícules era més baixa que en les parts brillants del sistema d'anells; igualment, les bandes fosques temporals serien anells amb baixa densitat de les partícules, no forats reals, que s'explicarien com a conseqüència de les col·lisions entre partícules, o de perturbacions causades pels satèl·lits, o fins i tot per altres planetes. Gustav Müller i Paul Kemp l'any 1893 van mostrar que els anells estaven formats per partícules utilitzant un fotòmetre (Leverington, 1996: 75). Dos anys més tard, el 1895, James E. Keeler i Deslandres analitzaren la inclinació que presentaven les línies d'absorció de l'espectre de l'anell i, tenint en compte l'efecte Doppler-Fizeau, van provar que l'extrem de l'anell extern de Saturn girava més lentament que l'extrem intern, sent les velocitats inversament proporcionals a l'arrel quadrada de la seva distància al centre de Saturn, fet que demostrava que l'anell no podia estar constituït per matèria contínua.

A finals del segle XIX es designaren els anells amb les lletres A, B i C. Durant la segona dècada del segle XX, la naturalesa del sistema d'anells de densitat variable, formats per partícules, va conduir a una transparència dels anells, inclosos els anells A i B. El 1917 M. A. Ainslie i J. Knigth van observar l'ocultació per Saturn d'una estrella de magnitud 7, i les fluctuacions de la seva brillantor a través de l'anell A mostraren que aquest no era uniforme. L'any 1923 Bernard Lyot, a partir de l'anàlisi de la llum polaritzada, va deduir algunes dades sobre l'atmosfera del planeta i la constitució dels seus anells. Amb les fotografies de V. M. Slipher i Wildt es va poder comprovar l'existència d'amoníac i de metà, i Dunhan l'any 1933 va confirmar aquests resultats.

A mitjan segle XIX, quan els anells es van veure de cantó, comparant el seu gruix amb el diàmetre d'Hiperion es trobà que aquest no arribava a 300 km, per tant els anells eren realment primers. A principis del segle XX ja s'estimava que el gruix dels anells de Saturn era d'uns 15 km; l'any 1966 Adouin Dollfus va calcular un gruix de tan sols 2,4 km, i l'any 1982 s'estimava en 1 km (Pollack & Cuzzi, 1982: 47). L'any 1966, Walter Feibleman va descobrir en una fotografia de Saturn un nou anell, molt tènue, que s'estenia des de l'anell A fins a l'òrbita de Dione; posteriorment, l'any 1980 s'ampliava el seu abast fins a l'òrbita de Rhea i se l'anomenà anell E. Tres anys més tard, el 1969, Pierre Guerin va comunicar que havia descobert un nou anell molt fluix que envoltava el planeta i era interior a l'anell C. Tot i que l'existència d'aquest anell (anell D) fou confirmada anys més tard pels Voyager, es qüestiona que Guerin el veiés, ja que és molt feble per poder-se distingir des de la Terra (Leverington, 1996: 76).

A partir de la segona meitat del segle XX començava l'exploració de l'espai: el 1979 el Pioneer 11 descobreix l'anell F i confirma l'anell E. Els anys 1980 i 1981 el Voyager 1 i el Voyager 2 van mostrar que els problemes dinàmics de l'estructura dels anells de Saturn són molt més complicats: es descobreix l'anell G, s'observen les «estructures radials» (*spokes*) sobre l'anell B, l'anell F apareix trenat i amb nusos, i es confirma l'anell D. Les dades de la sonda espacial Cassini han mostrat que els anells tenen una lleugera atmosfera d'oxigen molecular (producte de les molècules d'aigua gelada atrapades i la llum solar ultraviolada). En aquests últims nou anys el nombre de satèl·lits ha passat de 18 a 62..., i el 6 d'octubre de 2009 la NASA comunicava que el telescopi espacial Spitzer havia detectat un gran anell nou molt feble a una distància de 6 milions de quilòmetres i inclinat uns 27° respecte al pla dels anells principals.

Característiques de Saturn

Saturn és el sisè planeta del sistema solar i el segon en grandària; conegut des de l'antiguitat, fins a finals del segle XVIII marcava el límit del sistema solar. La seva distància al Sol varia des d'unes 9 UA en el periheli fins a unes 10,06 UA en l'afeli. L'òrbita està lleugerament inclinada respecte de l'eclíptica, 2° 29', i la seva excentricitat és de 0,05415. La revolució sidèria és de 29 anys 167 dies i 6,7 h i la sinòdica, de 378,1 dies, aquesta última marca les oposicions. El planeta no és totalment esfèric, sinó que està lleugerament aplanat pels pols com a conseqüència de la seva naturalesa fluida i de la rotació; el diàmetre polar és de 108.728 km i l'equatorial, de 120.536 km; la relació entre els dos és de 0,902. La seva densitat és molt baixa, 690 kg/m³, i per tant encara que la seva grandària és unes 740 vegades la de la Terra, la massa del planeta tan sols és 95 vegades la massa de la Terra. El període de rotació equatorial és aproximadament 10 h 14 min i la inclinació de l'eix de rotació és de 26° 44'.

Des de l'any 1610, quan Galileu va descobrir la peculiar forma de Saturn, fins a l'any 1977 es creia que Saturn era l'únic planeta del sistema solar amb un sistema d'anells.

El 1977, i casualment, un grup d'astrònoms observant una ocultació per Urà van descobrir que aquest també estava envoltat per un sistema d'anells. El 1979 la nau Voyager 1 va descobrir al voltant de Júpiter un fi anell, i l'any 1989 el Voyager 2 va fotografiar trossos d'anell que envoltaven Neptú.

Els anells són sistemes dinàmics constituïts per innumerables partícules de gel i roca que interaccionen entre si; la seva estructura està determinada pel seu origen i els processos dinàmics entre partícules, i aquests dependran de la seva grandària, els efectes gravitatoris de satèl·lits i del mateix planeta, els processos electromagnètics i la radiació.

Els anells de Saturn estan situats gairebé en el pla del seu equador, i el seu gruix de pocs metres contrasta amb la seva extensió. En els equinoccis el Sol està alineat amb Saturn, des de la Terra els anells es veuen de costat i en ser tan prims no es distingeixen; la llum del Sol arriba rasant i tan sols il·lumina el cantó dels anells. A mesura que Saturn avança cap al periheli (o cap a l'afeli) la llum del Sol progressivament va il·luminant millor la cara nord (o sud) dels anells, que s'aniran obrint fins que, quan el planeta arriba al periheli (o a l'afeli), l'envoltaran; llavors des de la Terra veurem els anells per sobre (o per sota). Quan el planeta es torna a dirigir cap a l'equinocci, els anells es van estrenyent fins que quan hi arriba tornen a desaparèixer. Tampoc no podem veure els anells abans o després de l'equinocci, quan la Terra travessa el seu pla.

En el sistema d'anells de Saturn hi ha set zones principals, que anomenem per una lletra la qual només indica l'ordre en què es van descobrir, i són, segons la seva proximitat a Saturn: D, C, B, A, F, G i E. Estan separades entre si per espais gairebé buits o per canvis en la densitat de la distribució de partícules.

En el sistema d'anells de Saturn podem diferenciar dos grups: el primer, o anells principals, agrupa els anells A, B i C. Els anells A i B són els més densos de Saturn, amb prou feines un 2 % de la llum que hi arriba pot travessar-los, i la grandària de les partícules varia des de pocs centímetres fins a alguns metres. Aquestes, per estar molt properes, xoquen amb freqüència i això provoca una pèrdua d'energia, un augment de les deixalles i una redistribució de la velocitat de translació. Atès que les partícules més properes al planeta es mouen més ràpid que les més allunyades, les topades frenen les primeres i acceleren les segones, i en conseqüència els anells tindran tendència a aplanar-se. L'anell C, menys dens que els anells A i B, està format per material de color més fosc. L'extensió d'aquests tres anells és d'uns 62.000 km, inclosa l'amplada de la divisió de Cassini (4.700 km) situada entre l'anell A i B, contrasta amb el seu gruix, el qual varia des d'uns 5 m en l'anell C fins a uns 30 m màxims en l'anell A.

El segon grup, o anells de pols, inclou els anells D, G i E. En aquests la grandària de les partícules seria de l'ordre de les mil·lèsimes de mil·límetre. En ser partícules tan petites i estar tan separades difícilment xoquen, per tant no tindran tendència a formar anells plans i la seva dinàmica es veurà influenciada també per les forces electromagnètiques i la radiació. L'anell D és interior al C i té una amplada de 7.500 km; els anells G i E, més enllà de l'anell F, tenen unes amplades de 8.000 i 300.000 km respectivament. L'anell F està situat a continuació de l'anell A i separat d'aquest per la divisió de Roche; estaria entre els dos grups ja que conté alguna part més densa i alguna altra amb pols, és un anell estret l'amplada del qual varia de 30 a 500 km.

Els anells no són sistemes estables, ja que amb el temps tenen tendència a caure cap als planetes a causa de la radiació, la gravetat i els impactes. És a dir, cal algun mecanisme que proporcioni matèria a aquests anells, sinó desapareixerien. Aquests mecanismes podrien ser: les deixalles rocoses després d'una col·lisió o impacte; l'activitat volcànica d'alguns satèl·lits; les restes de llunes o cometes esmicolades per ser properes al límit de Roche, i la limitada grandària de l'aglomeració de matèria prop del planeta (Pollack & Cuzzi, 1982).

Saturn té actualment 62 satèl·lits, fins a mitjan segle xx només se li'n reconeixien 9: Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Tita, Hyperion, Iapetus i Phoebe; a finals del segle xx el nombre de satèl·lits havia augmentat fins a 18.

En general els satèl·lits més propers de Saturn giren de forma sincrònica, la seva òrbita és quasi circular i està pràcticament en el pla equatorial, característiques que no s'observen en els altres satèl·lits més allunyats i en els quals predominen les òrbites retrògrades i més excèntriques. Tità té una

atmosfera densa, Iapetus presenta una cara blanca i l'altra és negra i Enceladus és el cos més reflector del sistema solar i sembla que és qui proveeix la matèria a l'anell E. Atlas, el satèl·lit més interior, és allargat, està situat just a l'extrem extern de l'anell A i es creu que el seu camp gravitatori contribueix a modelar aquest anell. Entre Prometheus i Pandora hi ha l'anell F, se'ls anomena satèl·lits pastors perquè els seus camps gravitatoris són la causa d'aquest anell. Janus i Epimetheus són co-orbitals, és a dir són molt propers, i això provoca que els dos satèl·lits intercanviïn els seus llocs com a resultat de la mútua atracció gravitatòria, i Telesto, Helena i Calisto són els primers satèl·lits lagrangians coneguts, ja que els llocs que ocupen són punts d'estabilitat dinàmica, anomenats punts de Lagrange (Soderblom & Johnson, 1982).

Alguns textos sobre Saturn

La transformació gradual del coneixement sobre Saturn s'evidencia quan es contrasten escrits de diferents èpoques:

1. Tradició i canvi científic en l'astronomia espanyola del segle XVII, de Victòria Rosselló Botey. Hi trobem tres autors, Saragossà, Caramuel i Tramonte, que parlen de Saturn. Correspon a la primera etapa dels anells, i comentem l'estudi molt breument:

Bernart Josep Saragossà i Vilanova (1627-1679) recull i sintetitza els coneixements tradicionals i es preocupa per difondre els nous. Assumeix que els anells de Saturn són prolongacions o satèl·lits del planeta, explica que Galileu l'observa amb forma d'ou amb dues taques menys lluminoses, i que molts altres autors afirmen que es tracta de dos satèl·lits que se situen a la dreta i a l'esquerra del planeta respectivament. Algunes vegades s'amaguen i Saturn es veu circular, i quan estan suficientment allunyats es diferencien en tres (Rosselló Botey, 2000: 161).

Alexandre Tramonte fa una valoració del diàmetre aparent i de la distància a Saturn, i també parla dels seus «3» satèl·lits (2 fan referència als anells i el tercer seria un vertader satèl·lit) (Rosselló Botey, 2000: 291).

Juan Caramuel Lobkowitz (1606-1682) estava obert a noves tendències. La seva obra comprèn diverses temàtiques i hi ha diversos escrits sobre astronomia. Recull en una làmina diverses observacions de l'aspecte de Saturn de diferents observadors: Rheita, Huygens, Gassendi, Pironi, Odierna, Vendelinus, Hevelius, Piatti, Boullian, Sheiner, Riccoli, Eustachio Divinis, Fontana, Lansberg, G. P. Roberval, les quals explica (Rosselló Botey, 2000: 271-277). També descriu quatre hipòtesis que pretenen explicar les aparences de Saturn, les d'Odierna, Hevelius, Huygens i Roberval; fa una valoració d'aquestes hipòtesis i no les accepta, encara que de l'anell de Huygens reconeix «que aquesta opinió colpeix el lector pel seu enginy i la seva novetat» (Rosselló Botey, 2000: 277). Creiem que és un bon reportatge que evidencia la raresa i la inquietud que va generar la descoberta de la forma de Saturn.

2. Astronomie, 1851 (Astronomie, 1851: 61-64). Considera que el planeta, el seu anell i els seus 7 satèl·lits formen el sistema parcial més ric que es coneix. Dóna la distància de Saturn al Sol, que acota en 332 milions de milles; el període sinòdic, de 29 anys 5 mesos i 14 dies; l'aixafament dels pols, en 1/11, i el període de rotació, de 10 h 30 min. Comenta que des de Saturn el Sol es veu 90 vegades més petit del que es veu des de la Terra, i que en conseqüència la calor i la llum que hi arribaran seran 90 vegades més petites. Explica els canvis de la seva aparença. Considera que l'amplada aproximada de l'anell és 1", és a dir unes 1.500 milles, que aquest està aïllat i que deixa un espai buit entre ell i Saturn a través del qual es veuen els estels. L'anell en realitat és un conjunt de 2 anells separats per una línia negra circular. Comenta que Short ha diferenciat diverses bandes o parts fosques, el que podria suposar «une plus grande divisions, ou une serie de satellites aglomerés et unis ensemble au moment

de leur projection en état de fluidité primitive» (hipòtesi de Lagrange). Al final hi ha una taula amb els satèl·lits de Saturn, la seva distància mitjana i el període de revolució, i al peu de la taula informa que s'ha descobert un vuitè satèl·lit.

3. «Las rarezas de Saturno, su historia y la de sus anillos», article de la revista de divulgació *Alrededor del mundo*, del 19 d'abril de 1915. Considera Saturn així: «Extraño mundo del que tanto se ha dicho y del que tanto hay que decir todavía»; explica les seves dimensions, compara l'amplada amb el diàmetre de Saturn i explica els seus canvis d'aspecte donant l'últim any en què s'han produït. Fa un breu repàs d'història, esmenta Cassini, qui va observar que no hi havia un únic anell sinó dos, i que amb els moderns aparells s'ha pogut esbrinar que no són tan sols dos, sinó molts més: «Con el telescopio se han visto hasta doce, pero el análisis espectral demuestra que existen miles de bandas luminosas concéntricas, cada una de las cuales gira con velocidad distinta en torno del gigantesco globo». L'opinió més estesa de la naturalesa dels anells és que estan formats per pols de meteorits, i que són elàstics i s'eixamplen i s'encongeixen. Considera que el planeta té 9 satèl·lits; i explica que s'ha dit que els anells eren satèl·lits en via de formació, però que l'opinió actual dels astrònoms és que devien ser restes d'algun o alguns satèl·lits destruïts. Acaba parlant de les propietats físiques: ens diu que Saturn no és més que una massa de gasos candents i que la calor solar que rep no passa dels -176 °C. El Sol des de la superfície de Saturn no seria més de la dècima part de com nosaltres el veiem, i per als seus satèl·lits el vertader Sol seria ell mateix.

4. *El cielo*, de Josep Comas Solà, any 1927. A principis del segle xx, en el seu llibre *El cielo*, Comas Solà estudia els planetes. Informa sobre la seva observació, així diu de Saturn que brilla com un estel de primera magnitud, la llum és apagada i molt poques vegades presenta centelleig. Dóna les dades orbitals i físiques del planeta, explica molt breument la seva història per passar a comentar dades físiques del planeta. De les dades de l'observació espectroscòpica es dedueix l'existència d'aigua, i les altres ratlles de gasos són encara desconegudes i de difícil identificació.

Descriu els anells, així dóna un diàmetre exterior de 284.000 km, una amplada de 67.740 km i un gruix de tan sols 50-60 km. Els anells: B o anell mitjà és el més lluminós; A o anell exterior és gris, i C o anell interior és més fosc i transparent, com una gasa, «anell transparent». Explica la metamorfosi de l'aspecte de Saturn, incideix que quan es veu de cantó els anells es presenten com una línia irregular sobre l'equador, la qual cosa prova que el gruix dels anells és decreixent de fora cap endins. Parla de la constitució i les condicions d'equilibri, anomena Hirn (finals del segle xix), que va demostrar que els anells havien d'estar formats per matèria disgregada, Laplace i Maxwell. Considera que els anells estan formats per corpuscles sòlids de pocs quilòmetres de diàmetre molt pròxims entre si i disposats en el mateix pla, tan pròxims que no poden distingir-se i donen l'aspecte d'una superfície única. Esmenta que «Una buena confirmación de lo mismo son las observaciones efectuadas por el autor de estas líneas sobre la intensidad luminosa de los anillos, al variar, en el plano de los mismos, el azimut del Sol respecto al rayo visual dirigido desde la Tierra. Durante las oposiciones, la luminosidad media de los anillos es superior a la del planeta, invirtiéndose la relación hacia las cuadraturas, lo cual está conforme con la hipótesis de una superficie rugosa».

Descriu breument els 10 satèl·lits: de Themis en diu que la seva existència és dubtosa i de Tità: «Valiéndose del ecuatorial astrofotográfico de 38 centímetros del Observatorio Fabra, el autor de estas líneas ha podido distinguir perfectamente una disminución de luminosidad hacia sus bordes, lo que indica que dicho astro está rodeado de atmósfera».

5. *Astronomie Populaire*, de Camille Flammarion, edició revisada el 1956. Descriu extensament Saturn, que considera «... és lo més meravellós que un aficionat a l'astronomia pot contemplar...». Comença fent una descripció dels elements orbitals del planeta i del seu aspecte físic. A continuació parla dels seus anells; referint-se al seu gruix, diu que si el diàmetre exterior fos 1 m caldria tallar-lo

amb un paper de seda. Explica la seva metamorfosi i fa una síntesi de la seva història: Huygens, Auzout (1662), que va percebre l'ombra del planeta sobre els anells, Cassini i Bond (1850). Descriu breument els anells: l'anell A amb màxims d'intensitat separats per línies d'ombra difuses i difícils de distingir; l'anell B, molt brillant en l'extrem exterior separat de l'A per la divisió de Cassini, amb 2 subdivisions menys atapeïdes que l'A, i l'anell C o anell transparent separat del B per la divisió de Lyot.

Dóna els seus límits i amplades. Després passa a explicar la seva naturalesa: «conglomerat de petits satèl·lits que no podem veure aïllats». Fa esment de Roche, Maxwell, Keeler i Deslandres i Laplace. Explica els espais definits o buits que divideixen l'anell en corones corresponents a regions de petita densitat o a regions buides de partícules, i que probablement siguin conseqüència de l'atracció dels satèl·lits interiors. Per acabar comenta que la part exterior de l'anell B és més brillant que Saturn, pel poder difusor de les partícules que el formen. Les observacions espectrogràfiques de Kuiper fan pensar que es tracta com a mínim de partícules cobertes per aigua congelada, a una temperatura de – 200 °C. En darrer lloc descriu les característiques orbitals i físiques del planeta i dels seus nou satèl·lits.

Bibliografia

ABETTI, G. (1980), *Historia de la Astronomía*, segunda reimpresión, México, Fondo de Cultura Económica.

BURNS, J. A. et al. (2002), «Los anillos de los planetas», *Investigación y Ciencia*, 307, 58-67.

COMAS SOLÀ, J. (1927), *El cielo*, Barcelona, Casa de Seguí.

FLAMMARION, C. (1963), *Astronomie Populaire*, edició revisada per Flammarion, G. C. i Danjon, A., Barcelona, Montaner i Simon S.A.

(1915), «Las rarezas de Saturno, su historia y la de sus anillos», *Alrededor del Mundo*, 829, 315-316.

LEVERINGTON, D. (1996), *A History of Astronomy from 1890 to the present*, London, Springer-Verlag London Limited.

POLLACK, J. B.; CUZZI, J. N. (1982), «Anillos en el Sistema Solar», *Investigación y Ciencia*, 64, 45-58.

RION, A. (1851?), *Éléments d'Astronomie*, 2e edition, Paris, Imp. Bloudeau.

ROSELLÓ BOTEY, V. (2000), *Tradició i canvi científic en l'astronomia espanyola del s. XVII*, Madrid, Biblioteca Nueva, Universidad de València.

SODERBLOM, L. A.; JOHNSON, T. V. (1982), «Los satélites de Saturno», *Investigación y Ciencia*, 66, 52-68.

VAN HELDEN, A. (1984), «Saturn through the telescope. A brief historical survey». A: GEHRELS, T.; MATTHEUS, M. (eds.) *Saturn*, Tucson, University of Arizona Press, 23-46.

EL DEBAT SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC I L'ARRIBADA DE L'ÉSSER HUMÀ A LA LLUNA A TRAVÉS DEL CINEMA

Eduard-Josep CHIFRÉ i PETIT

Paraules clau: *cinema, film, pel·lícula, documental, debat crític, canvi climàtic, petroli, selva amazònica, biodiversitat, refugiats ambientals, aportacions didàctiques, Lluna, carrera espacial, Guerra Freda, NASA, projecte Apollo*

Discussions on the climatic change and the event of the first man landing on the moon seen through the cinema

Summary: *In this essay, I would like to comment some didactic contributions to the cinema concerning the subject of the climatic change and the event of the first man to set foot on the moon in July 1969. Several films can be used to help the discussions on the climatic change, like: Hellfighters (1968), Medicine man (1992), The day after tomorrow (2004), An inconvenient truth (2006), Recipes for disaster (2008) or Home (2009).*

Related to the theme of the first man landing on the moon 40 years ago, their predecessors, or how and why this project was carried out, we can find films such as: 2001: a space odyssey (1968), The right stuff (1983), Apollo-13(1995), or Moonshot (2009).

The above mentioned films are the evidence of the didactic possibilities that the cinema can offer us, always obeying the current legislation on the matter, to talk about subjects related to the climatic change and the ones referred to the first man to set foot on the moon in July 1969.

Key words: *cinema, movie (US), film, documentary, critical discussions, climatic change, oil, Amazon Forest, biodiversity, environmental refugees, didactic contributions, moon, space race, cold war, NASA, Apollo project*

Introducció

Diversos films han narrat temàtiques relacionades amb el canvi climàtic o amb l'arribada de l'ésser humà a la Lluna el 20 de juliol de 1969. En aquest assaig mostraré diferents aportacions que ha fet el cinema, mitjançant la producció de pel·lícules i documentals, al coneixement de les problemàtiques relacionades amb el canvi climàtic i amb el que va representar l'arribada dels primers astronautes a la Lluna el juliol de 1969.

De cadascun dels films que esmento en aquest treball en mostraré algunes temàtiques d'interès per a l'estudi del canvi climàtic o l'arribada de les primeres persones a la Lluna ara fa poc més de quaranta anys.

El canvi climàtic

En relació amb aquesta temàtica s'han realitzat diverses pel·lícules i documentals que ens ofereixen moltes possibilitats didàctiques per debatre de forma crítica qüestions relacionades amb el canvi climàtic.

Els films que he seleccionat per treballar problemàtiques vinculades amb canvis en el clima són els següents: *Els lluitadors de l'infern* (*Hellfighters*, 1968), *La selva esmeralda* (*The emerald forest*, 1985), *Els darrers dies de l'Edèn* (*Medicine man*, 1992), *Foc a l'Amazones* (*Fire on the Amazon*, 1993), *El dia de demà* (*The day after tomorrow*, 2004), *Una veritat incòmoda* (*An inconvenient truth*, 2006), *Terra, la pel·lícula del nostre planeta* (*Earth*, 2007), *Un any sense petroli* (*Recipes for disaster*, 2008) i *Home* (2009).

1. Els lluitadors de l'infern (*Hellfighters*)

Pel·lícula realitzada per Andrew McLaglen (1968) i protagonitzada per John Wayne, Vera Miles, Jim Hutton i Katarine Ross.

Sinopsi:

El film narra les vicissituds per les quals ha de passar un equip d'especialistes en apagar incendis en pous petrolífers, així com la influència que aquesta tasca té per a la seva vida privada.

Temàtiques de la pel·lícula relacionades amb el canvi climàtic:

- El consum de petroli
- Els pous petrolífers
- Els accidents en els jaciments de petroli
- La contaminació relacionada amb el petroli
- Els vincles entre el petroli i la guerra: per exemple els conflictes armats de Kuwait i de l'Iraq
- Economia i petroli
- El control dels recursos petrolífers
- Les energies no renovables

2. La selva esmeralda (The emerald forest)

Cinta dirigida per John Boorman (1985) amb Powers Boothe, Meg Foster, Yara Vaneau, William Rodríguez, Estee Chandler i Charley Boorman en els papers principals.

Sinopsi:

El film mostra les penalitats per les quals ha de passar un pare buscant el seu fill que ha estat segrestat per una tribu de la selva amazònica. La pel·lícula també ens descriu com es malmet la selva de l'Amazones a conseqüència de les accions de gent sense escrúpols que es vol enriquir explotant els seus recursos naturals.

Temàtiques de la pel·lícula relacionades amb el canvi climàtic:

- La degradació de la selva amazònica
- La desforestació
- L'economia en relació amb la selva
- Les tribus amazòniques i llur forma de vida
- La selva de l'Amazones com a ecosistema
- La biodiversitat

3. Els darrers dies de l'Edèn (Medicine man)

Pel·lícula de John McTiernan (1992) que compta amb Sean Connery i Lorraine Bracco com a protagonistes més destacats.

Sinopsi:

En un lloc de la Selva Amazònica dos científics (Sean Connery i Lorraine Bracco en el film) descobreixen un remei contra el càncer produït per unes formigues vermelles. Malauradament un incendi causat per la construcció d'una carretera a la selva destrueix el lloc on treballen els investigadors així com les formigues.

Temàtiques de la pel·lícula relacionades amb el canvi climàtic:

- La regressió de l'ecosistema selvàtic
- La selva en relació amb el clima
- La pèrdua de la biodiversitat
- Els descobriments científics
- La vida a la selva
- La utilització dels recursos naturals de la selva
- Els efectes del progrés tecnològic sobre els indígenes de la selva

4. Foc a l'Amazones (Fire on the Amazon)

Film realitzat per Luís Llosa (1993) i protagonitzat per Sandra Bullock, Craig Sheffer, Juan Fernández i Judih Chapman.

Sinopsi:

Aquesta producció cinematogràfica narra els conflictes que tenen lloc en una zona de la selva boliviana entre els nadius que hi habiten i uns grangers pel fet que aquests destrueixen els arbres per fer pastures. El film també descriu la manera com els defensors de l'ecosistema selvàtic utilitzen la resistència passiva per defensar el lloc on viuen d'homes de negocis que el malmeten per augmentar els seus guanys econòmics.

Temàtiques de la pel·lícula relacionades amb el canvi climàtic:

- Deforestació
- Incendis forestals
- Els grangers i la selva
- La defensa de la selva
- Els interessos econòmics relacionats amb el medi ambient
- La política en relació amb la natura

5. El dia de demà (The day after tomorrow)

Pel·lícula dirigida per Roland Emmerich (2004) amb Dennis Quaid i Jake Gyllenhaal com a protagonistes principals. La major part de l'argument d'aquest film està relacionat amb la problemàtica del canvi climàtic.

Sinopsi:

A conseqüència dels efectes relacionats amb el canvi climàtic es desfà el gel polar, la qual cosa ocasiona diverses variacions en els corrents marins que acaben provocant canvis en la climatologia del planeta.

Temàtiques de la pel·lícula relacionades amb el canvi climàtic:

- El desgel dels pols
- L'activitat humana i la seva influència en el clima
- Les variacions del clima al llarg del temps
- Els corrents marins i la seva incidència en la climatologia
- Els fenòmens meteorològics (tornados, huracans, tempestes, etc.)
- La ciència i el canvi climàtic
- La feina dels meteoròlegs

- Els refugiats ambientals
- La política i el canvi climàtic

6. Una veritat incòmoda (An inconvenient truth)

Documental dirigit per Davis Guggenheim (2006), guardonat amb dos òscars (millor documental i millor cançó), amb presentació i narració d'Al Gore, exvicepresident dels EUA i premi Nobel de la Pau.

Sinopsi:

En aquest film Al Gore narra les possibles causes del canvi climàtic així com les conseqüències que pot ocasionar a nivell ecològic, econòmic i polític, mostrant i comentant diversos exemples. Gore planteja diverses actuacions que es poden dur a terme per disminuir els efectes negatius dels canvis en el clima provocats per l'activitat humana.

Temàtiques del documental relacionades amb el canvi climàtic:

- Causes i conseqüències del canvi climàtic
- L'escalfament global del planeta
- L'efecte hivernacle
- Les sequeres
- L'augment del nivell del mar
- La manca d'aigua
- Malalties relacionades amb el canvi climàtic
- Canvis en la pluviositat
- Economia i canvi climàtic
- L'augment dels nivells de CO₂ a l'atmosfera
- Relació entre temperatura i CO₂
- Política i canvi climàtic
- Actuacions per fer front al canvi climàtic
- La persona d'Al Gore
- El debat científic relacionat amb el canvi climàtic

7. Terra, la pel·lícula del nostre planeta (Earth)

Documental d'Alastair Fothergill i Mark Linfield (2007).

Sinopsi:

El film descriu les variacions que es donen en la flora i la fauna de la terra al llarg d'un any. Aquesta producció posa un èmfasi especial en narrar els canvis que experimenten al llarg d'aquest

període de temps una família d'óssos polars, una balena geperuda i la seva cria així com una elefanta i el seu petit elefantó.

Temàtiques del documental relacionades amb el canvi climàtic:

- Els boscos
- La sabana
- La tundra i la taigà
- El comportament dels óssos polars
- La disponibilitat d'aigua
- Les migracions dels animals a la recerca d'aigua
- El desgel dels pols
- La incidència dels canvis en el clima en els éssers vius

8. Un any sense petroli (Recipes for disaster)

Treball realitzat per John Webster (2008).

Sinopsi:

La cinta mostra les vicissituds per les quals passa una família de quatre membres (els Webster) quan duen a terme una experiència consistent a viure, durant un any, sense fer servir productes derivats del petroli.

Temàtiques del documental relacionades amb el canvi climàtic:

- La problemàtica dels residus: el cas dels plàstics
- El problema del transport
- Els biocombustibles
- Les emissions de CO₂
- La sostenibilitat
- Com reduir el consum de petroli
- Els combustibles fòssils
- Les energies renovables

9. Home

Producció dirigida per Yann Arthus (2009).

Sinopsi:

El film ens ensenya l'impacte dels éssers humans en l'equilibri natural de la terra i també ens presenta algunes de les actuacions que s'han dut a terme en diferents països per disminuir els efectes perjudicials de les activitats humanes sobre el medi ambient.

Temàtiques del documental relacionades amb el canvi climàtic:

- El petroli com a reserva d'energia solar
- L'agricultura del petroli
- El problema de l'aigua
- El malbaratament dels recursos naturals
- Els refugiats ambientals
- L'equilibri natural del planeta
- L'ús de l'energia
- Algunes actuacions per fer front a la degradació ambiental causada per les activitats humanes

L'arribada de l'ésser humà a la Lluna a través del cinema

El 20 de juliol de 2009 es van complir quaranta anys de l'arribada dels primers éssers humans a la Lluna. Per treballar temàtiques relacionades amb els precedents d'aquesta fita, per debatre com i per què es va dur a terme aquella gesta i el que va representar per un món immers de ple en la Guerra Freda, comptem amb diverses pel·lícules, per exemple: *2001: una odissea de l'espai* (*2001: a space odyssey*, 1968), *Escollits per a la glòria* (*The right stuff*, 1983), *El vol de l'Apollo-11* (*Moonshot*, 2009) o bé *Apollo-13* (1995).

1. 2001: una odissea de l'espai (2001: a space odyssey)

Film dirigit per Stanley Kubrick (1968), amb guió de S. Kubrick i Arthur C. Clarke i protagonitzat per Keir Dullea. Es tracta d'una de les millors pel·lícules de ciència-ficció de la història del cinema que s'han produït. En aquest film Kubrick ja plantejava la possibilitat de bases espacials a la Lluna, vols dirigits a aquest satèl·lit, etc.

Sinopsi:

El film tracta temàtiques molt diverses, com ara l'evolució de l'espècie humana des dels homínids fins a l'home de l'espai, les bases espacials a la Lluna, el desenvolupament de la informàtica o la tecnologia espacial.

Aportacions didàctiques de la pel·lícula:

- El salt evolutiu de l'homínid a l'home de l'espai
- Els transbordadors espacials
- Les estacions espacials a la Lluna
- La Guerra Freda
- El desenvolupament de la informàtica: l'ordinador «Hal»
- Les relacions home-màquina
- Els astronautes
- El monòlit negre
- L'espai
- La nau «Discovery»

2. Escollits per a la glòria (The right stuff)

Pel·lícula dirigida per Philip Kaufman (1983) amb Sam Shepard, Denis Quaid, Ed Harris i Scott Glenn com a protagonistes principals.

Sinopsi:

El film narra els inicis de la carrera espacial entre els EUA i l'URSS, posant un èmfasi especial en els primers astronautes americans que van viatjar a l'espai.

Aportacions didàctiques de la pel·lícula:

- La carrera espacial entre EUA i l'URSS
- La Guerra Freda
- El president Kennedy
- El president Johnson
- Nikita Krushev
- La preparació dels primers astronautes americans
- El naixement de la NASA
- El projecte Mercury
- El satèl·lit Sputnik
- Els primers cosmonautes soviètics: el cas de Yuri Gagarin
- Els mitjans de comunicació

3. El vol de l'Apollo-11 (Moonshot)

Treball de Richard Dale (2009) amb Daniel Lapaine, James Marsters i Andrew Lincoln com a protagonistes.

Sinopsi:

Aquesta producció reconstrueix el vol de la nau Apollo-11 a la Lluna: els preparatius, la tasca dels astronautes, els seus pensaments, les seves aspiracions i el que va representar el seu viatge a aquest satèl·lit.

Aportacions didàctiques de la pel·lícula:

- El projecte «Apollo»
- El mòdul lunar
- L'estiu de 1969
- L'arribada a la Lluna
- El combustible
- «El mar de la Tranquil·litat»
- La frase: «Aquest és un petit pas per a l'home però un gran salt per a la humanitat»
- El desenvolupament tecnològic
- La Guerra Freda
- El president Kennedy
- El president Nixon
- Els mitjans de comunicació: la televisió
- Armstrong, Aldrin i Collins abans i després del seu viatge a la Lluna

4. Apollo-13

Pel·lícula de Ron Howard (1995) protagonitzada Tom Hanks, Kevin Bacon, Bill Paxton, Ed Harris i Gary Sinise.

Sinopsi:

El film descriu el viatge de l'Apollo-13, destacant els seus tripulants, la fallada mecànica, el retorn de la nau a la Terra, etc.

Aportacions didàctiques de la pel·lícula:

- La nau «Apollo-13»
- La frase: «Houston tenim un problema»
- L'energia
- El descens de la temperatura

- L'aigua
- La tasca dels científics i dels tècnics
- El retorn a la Terra de «l'Apollo-13»
- Els accidents espacials
- Els mitjans de comunicació

Altres pel·lícules d'interès

1. Canvi climàtic

- *Quan el destí ens agafi (Soylent green, 1973)*
- *La síndrome de la Xina (The China syndrome, 1979)*
- *Huracà, categoria 6 (Category 6 day of destructor, 2004)*
- *L'hora 11 (The 11th hour, 2007)*

2. Arribada de l'ésser humà a la Lluna

- *2010: odissea 2 (2010: odyssey two, 1984)*
- *Viatge per l'Univers (The complete Cosmos, 2000)*

Conclusions

El cinema ens ofereix diverses possibilitats per debatre, de forma crítica, problemàtiques relacionades amb el canvi climàtic.

Els audiovisuals (cinema, documentals, programes de TV, etc.) ens faciliten moltes eines didàctiques per al coneixement de temàtiques relacionades amb l'espai en general i amb la Lluna en particular.

En definitiva, el que es pretén és afavorir el debat i l'aprenentatge de qüestions relacionades amb el canvi climàtic i amb el que va representar l'arribada de l'ésser humà a la Lluna el juliol de 1969 amb la utilització del cinema, sempre complint amb la normativa vigent en aquesta matèria, com a eina de suport didàctic.

Bibliografia de consulta

AGUILERA, C.; DIAS, N. (1999), *Los actores de los óscar del siglo XX*, Barcelona, Ediciones 2001.

CAPARRÓS LERA, J. M. (1997), *100 Películas sobre Historia Contemporánea*, Madrid, Alianza.

CHIFRÉ PETIT, E. J. (2006), «Cinema i medi ambient», *Revista del Col·legi de Biòlegs de Catalunya*, 6, 18-25.

CHIFRÉ PETIT, E. J. (2009), «L'astronomia i la meteorologia vistes pel cinema», *Revista Actes*, vol. 2 (1), 101-111.

HUESO, A. L. (1998), *El cine y el siglo xx*, Barcelona, Ariel Historia.

SCHNEIDER, S. J. (2007), *1001 películas que hay que ver antes de morir*, Barcelona, Grijalbo.

ESTUDI DE LA QUALITAT D'IMATGE D'UNA ULLERA DE LLARGA VISTA PER ANÀLISI DE L'ONA EMERGENT

Carme FERRAN, Santiago VALLMITJANA

Departament de Física Aplicada i Òptica, Universitat de Barcelona
carme.ferran@ub.edu; santi.vallmitjana@ub.edu

Paraules clau: instruments òptics, telescopis, ulleres, ulleres de llarga vista

Study of the image quality of a spyglass by means of analysis of the emerging wave

Summary: This study presents a way to obtain the information needed to simulate the images seen through an old spyglass without any kind of manipulation. The method is based on the analysis of the emergent wave by means of a wavefront sensor, once the spyglass is illuminated with suitable lighting. The main advantage of the method is that it avoids dismantling the instruments to measure parameters, which is not always possible or advisable. To prove the precision and reliability of the method, we used a spyglass dated from the beginning of the 20th century, achieving good results. After this preliminary work we intend to extend the study to even older telescopes and other optical instruments.

Key words: optical instruments, telescopes, spyglass

Introducció

Per a la història de la ciència és molt important conèixer els límits que la tecnologia de cada època imposa als investigadors, ja que ens ajuda a entendre les conclusions i apreciacions a les quals els científics arribaren en funció de la tecnologia de què disposaven. L'evolució en els instruments òptics i per tant en la qualitat d'imatge ha suposat una peça clau en la història dels descobriments. La importància dels telescopis és indiscutible i, per tant, l'estudi del seu desenvolupament tecnològic permet valorar les possibilitats de la recerca en cada període de temps considerat.

Un exemple històric el trobem en les descripcions dels anells de Saturn (Arcimis, 1901: 360-362; Rosselló, 2002: 93-129). A partir de les seves observacions, Galileu, Cassini, Gasendi, Caramuel i altres expliquen l'existència d'unes nanses o llunes a banda i banda del planeta, amb formes canviants,

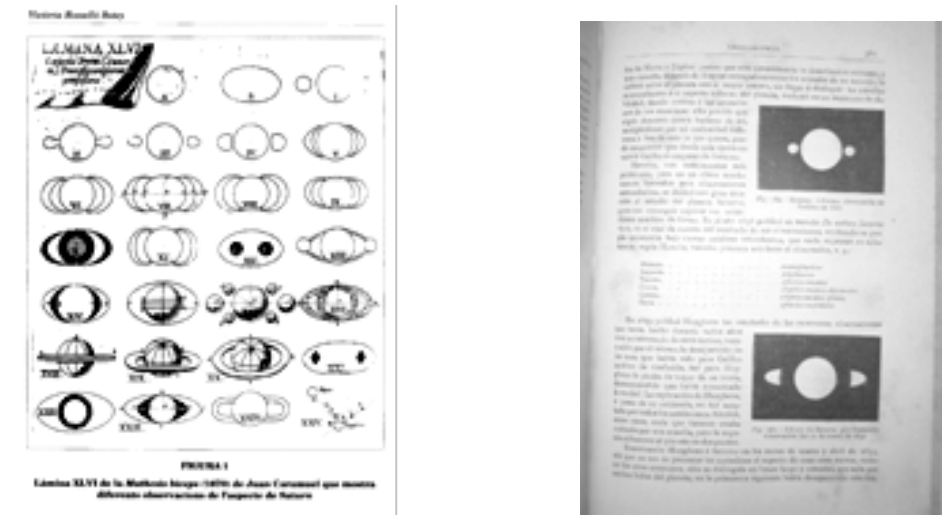


Fig. 1. Esquerra: Descripcions de Caramuel. Dreta: Extracte d'*Astronomia Popular*, d'Arcimis.

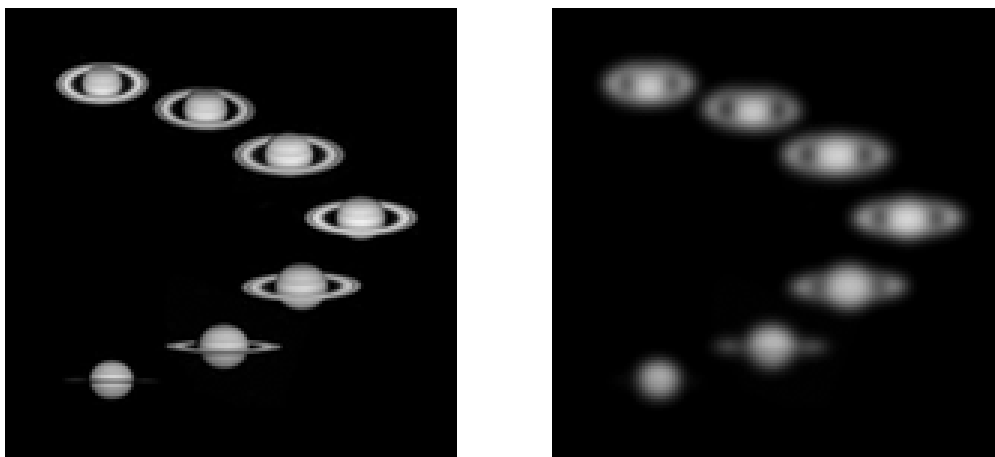


Fig. 2. Esquerra: Imatge «perfecta» de Saturn amb diferents inclinacions dels seus anells. Dreta: Mateixa imatge de Saturn alterada amb un filtre de Gauss simulant la presència d'aberracions.

com es pot veure en la figura 1. La presència d'aberracions en els instruments òptics que utilitzaven donava lloc a una manca de qualitat en la imatge que no els permetia tenir suficient poder resolutiu per distingir els anells, confonent-los amb altres objectes. El canvi en la forma i posició de les nanses es devia a la variació en la inclinació dels anells que es dona en períodes de 14 o 15 anys aproximadament.

En la figura 2 es mostra una simulació digital que explica aquest aspecte canviant. S'ha degradat una imatge amb diverses inclinacions de Saturn amb un filtre bastant similar a la resposta impulsional (PSF que descrivim en el proper paràgraf) que tindria l'objectiu amb aberracions òptiques d'una ullera astronòmica.

En aquest estudi es mostra com és possible obtenir la informació necessària per simular les imatges que produiria una ullera sense necessitat de manipular-la. El mètode es basa en l'anàlisi de l'ona emergent mitjançant un sensor de front d'ona, un cop la ullera és il·luminada amb una llum adequada. Per comprovar la precisió i fiabilitat del mètode, s'ha aplicat a una ullera de llarga vista de

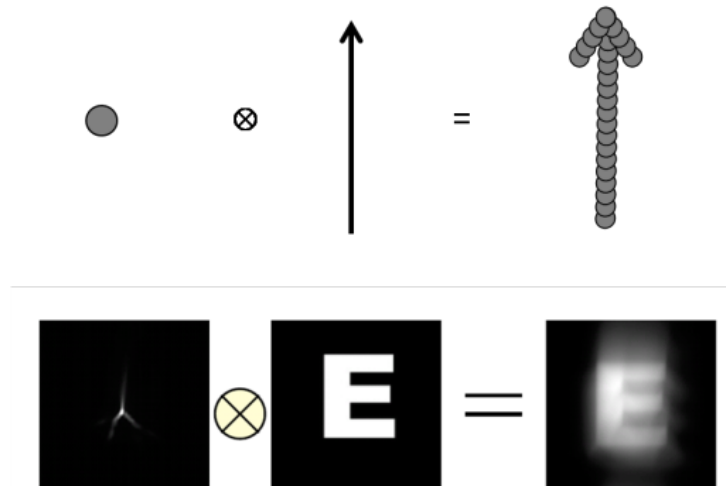


Fig. 3. La imatge real es pot obtenir com la convolució de la imatge perfecta (al centre) per la PSF del sistema (esquerra).

principis del segle xx, obtenint uns bons resultats. Amb aquest treball preliminar es pretén continuar l'estudi per a telescopis més antics i altres instruments òptics.

Factors que intervenen en la qualitat d'imatge

Un sistema teòricament perfecte donaria un punt com a imatge d'un punt. Lamentablement els sistemes òptics no són perfectes i la imatge d'un punt resulta ser un punt imatge estès, el que anomenem resposta impulsional (PSF, *point spread function*). Les causes d'aquesta extensió són dues: la difracció i les aberracions (Goodman, 2005: 127-172). La difracció, conseqüència del caràcter ondulatori de la llum, causa que la imatge d'un punt sigui una distribució d'intensitats corresponent a l'anomenat disc d'Airy. Les aberracions provoquen que la imatge d'un punt adopti diverses formes segons el tipus dominant. Tant l'efecte de la difracció com la presència d'aberracions (esfèrica, coma, astigmatisme, cromàtica) limiten en gran mesura el poder resolutiu dels instruments òptics, ja que dos punts propers, en quedar estesos, poden convertir-se en una única taca.

La imatge d'un objecte o escena és el resultat de l'operació matemàtica coneguda com el producte de convolució de l'escena perfecta per la resposta impulsional del sistema. Tal com s'ha dit, aquesta resposta impulsional, o PSF, és la funció que descriu la imatge estesa d'un punt objecte, a causa de la difracció i de les aberracions. Per tant, el coneixement d'aquesta funció és molt útil per avaluar la qualitat en la imatge de qualsevol instrument i ens permet simular l'aparença de la imatge real a través de l'instrument.

En la figura 3 es representa l'aspecte que tindria la imatge d'un sistema òptic en el qual es coneix la funció PSF.

Predicció de la imatge d'un instrument òptic

A part del mètode directe de determinar la qualitat d'imatge d'un instrument òptic mitjançant l'observació d'objectes reals, és possible utilitzar mètodes indirectes mitjançant càlculs i simulacions. Des del punt de vista teòric és possible simular les imatges obtingudes amb programes de disseny de sistemes òptics sempre que es coneguin tots els paràmetres involucrats en totes les lents i miralls, com són radis de curvatura, índexs de refracció, gruixos i distàncies relatives. Però això suposa desmuntar

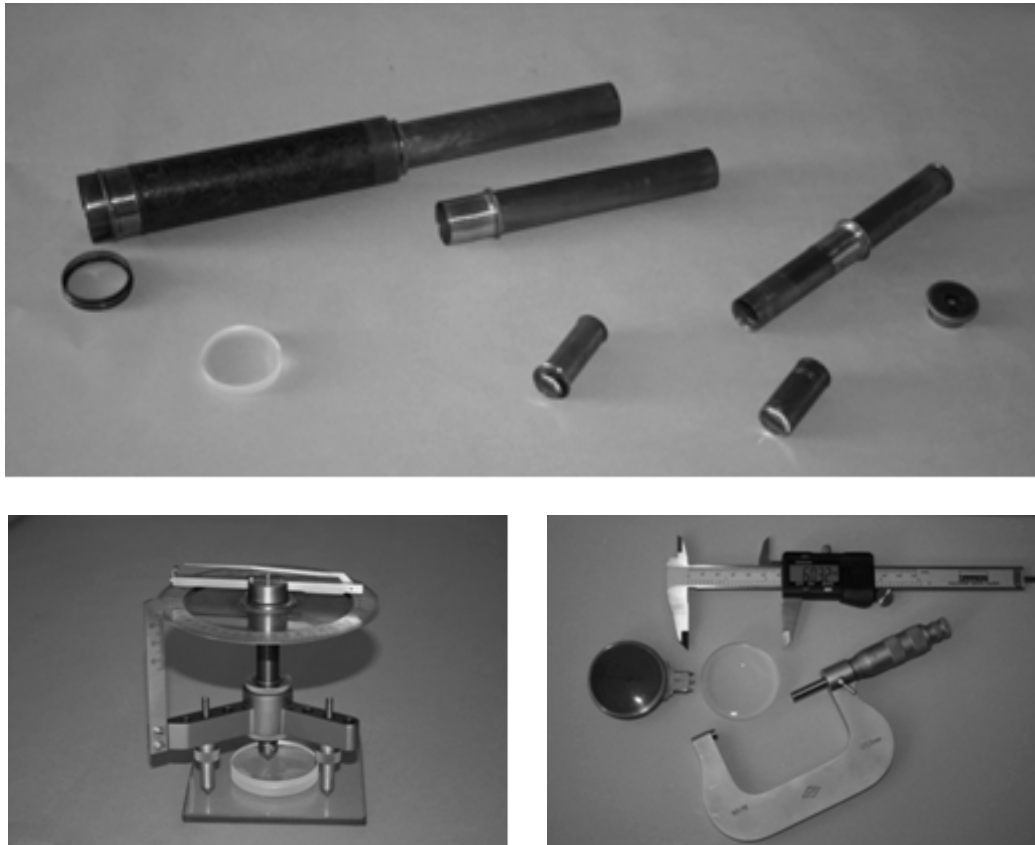


Fig. 4. Superior: Telescopi desmuntat en els seus diferents components.
 Inferior esquerra: Esferòmetre per mesurar radis de curvatura.
 Inferior dreta: Peu de rei i palmer per mesurar gruixos.

els aparells per poder mesurar els esmentats paràmetres, cosa que no sempre és factible. En el procediment de desmantellament i mesura dels diferents elements, es pot malmetre greument l'instrument en conjunt, fet que no interessa en absolut, especialment quan es tracta de peces o aparells antics o d'exemplars de gran valor històric. Aquest és el gran inconvenient dels mètodes de contacte per avaluar les característiques dels sistemes òptics. En la figura 4 es mostren les parts d'una ullera de llarga vista i els instruments per mesurar amb precisió radis de curvatura i gruixos, evidenciant el desmuntatge i el contacte en mesurar.

En aquest estudi presentem un mètode alternatiu de no contacte, basat en l'anàlisi del front d'ona. L'instrument en qüestió és il·luminat per un front d'ona pla, és a dir, un feix col·limat d'un làser amb una fibra òptica, simulant la formació d'imatge d'un objecte situat a l'infinit. El front d'ona emergent és rebut i analitzat per un sensor de front d'ona, tal com es representa en la figura 5.

El sensor de front d'ona

Els sensors de front d'ona mostren els «problemes» que presenten els elements òptics una vegada un feix de control ha travessat l'instrument considerat. Aquests problemes representen la diferència del front d'ona respecte el front d'ona ideal o de referència, és a dir, les components matemàtiques que caracteritzen les aberracions òptiques. La figura 6 mostra la diferència de camí entre el front d'ona de referència i el front d'ona aberrat.

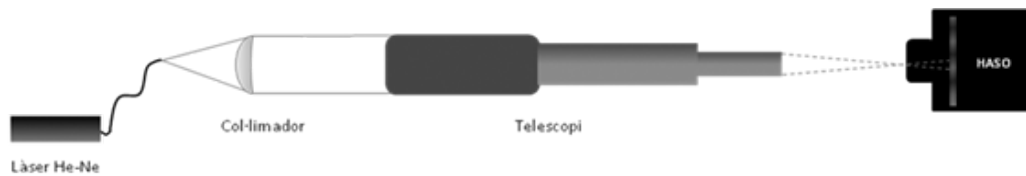


Fig. 5. Esquema del muntatge per l'anàlisi del sistema òptic.

Les desviacions òptiques del front d'ona respecte el pla de referència o front d'ona esfèric

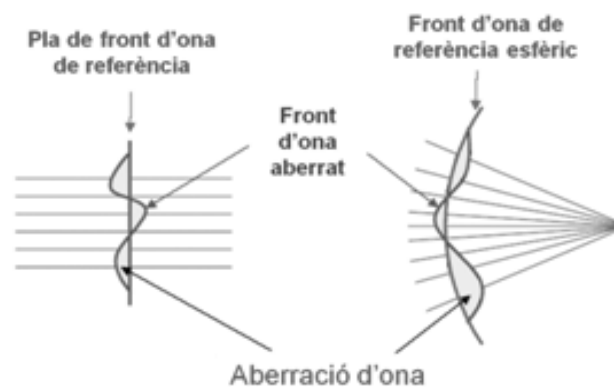


Fig. 6. Diferència de camí entre el front d'ona de referència i el front d'ona aberrat.

La tecnologia del sensor de front d'ona Shack-Hartmann utilitzat es basa en el càlcul dels paràmetres d'aberració a partir de les inclinacions del front d'ona incident sobre una xarxa de microlents. El sistema mesura la diferència en la posició del punt de focalització de cada microlent sobre el xip CCD situat a la focal d'aquestes lents (Platt & Shack, 2001: 573-577).

En la figura 7 es representen aquestes diferències en el cas d'un front pla perfecte i en el cas d'un front d'ona real.

El sensor de Shack-Hartmann es va desenvolupar l'any 1974 per testejar làsers i a principis de la dècada de 1980 es va començar a fer servir en sistemes d'òptica adaptativa. Actualment aquests sensors es fan servir en oftalmologia, astronomia, òptica adaptativa i nombrosos tests òptics. La seva versatilitat i rapidesa a l'hora de determinar les aberracions permet crear sistemes per compensar i corregir aquestes imperfeccions aproximadament en temps real (Merkle, 1989: 224-232).

Procediment experimental i resultats

L'estudi s'ha dut a terme sobre una ullera de llarga vista del 1916, del fabricant anglès TT & H Ltd. (ambdues informacions gravades en el tub), amb un objectiu de 50 mm d'obertura, 500 mm distància focal, un inversor de dues lents i amb un augment intermedi de 3X i un ocular de 35 mm de distància focal. Les ulleres de llarga vista són telescopis de poc augment (entre cinc i trenta augments) en les quals s'ha afegit un sistema de lents per adreçar la imatge, originalment invertida. En la figura 8

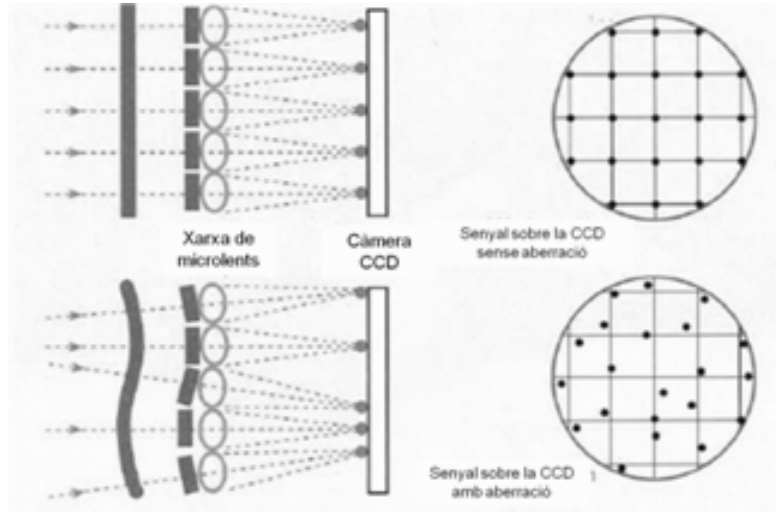


Fig. 7. Mètode de funcionament de la tecnologia Shack-Hartman per a l'anàlisi del front d'ona.



Fig. 8. Ullera de llarga vista sotmesa a anàlisi durant l'estudi.

es veu fotografiada la ullera conjuntament amb un anunci seu en un exemplar de *Times Weekly Edition* de 1924.

En primer lloc s'han captat les imatges d'un parell d'objectes de referència, amb un telescopi modern de bona qualitat i amb la ullera descrita. Les imatges captades amb el telescopi modern ens serviran com a model d'imatges «perfectes». El conjunt d'operacions està reflectit en la figura 9.

En el laboratori s'ha realitzat, com es veu en la figura 10, el muntatge que consisteix en una fibra òptica connectada al làser d'He-Ne que proporciona llum monocromàtica i una lent que proporciona un feix col·limat que incidirà sobre la ullera, simulant la il·luminació d'un objecte llunyà. El sensor està situat després de la ullera, i està connectat a l'ordinador per poder calcular els paràmetres de les aberracions.

S'ha dissenyat un programa per simular la PSF a partir dels valors mesurats experimentalment en el sensor de front d'ona, i per generar les imatges corresponents a la convolució de les imatges perfectes amb la PSF corresponent. Com a mètode de comparació es va captar la PSF experimentalment substituint el sensor Shack-Hartmann per una càmera CCD. Mitjançant aquest



Fig. 9. Superior esquerra: Telescopi modern amb la càmera CCD connectada per obtenir les imatges perfectes. Superior dreta: Càmera CCD connectada a la ullera de llarga vista per obtenir imatges experimentals. Inferiors: Imatges resultants.

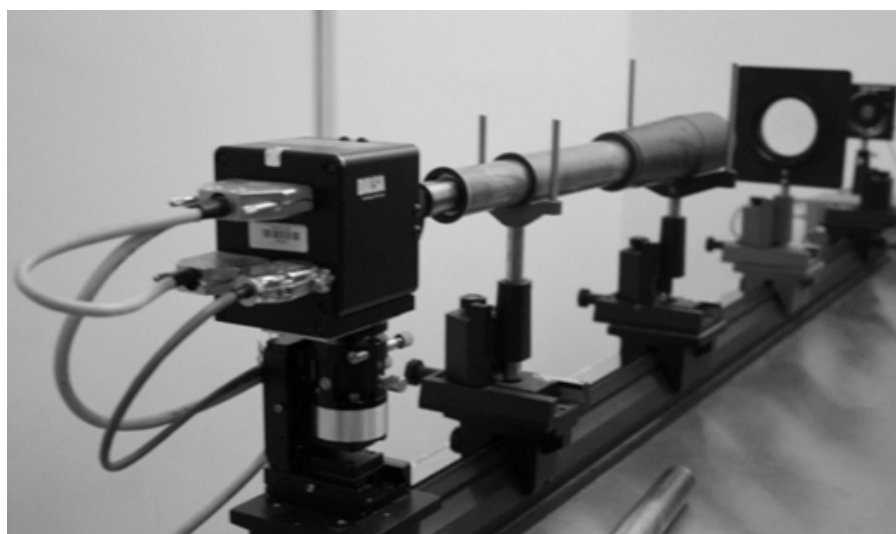


Fig. 10. D'esquerra a dreta: Sensor d'ona. Ullera de llarga vista. Lent col·limadora. Fibra òptica connectada a un làser.

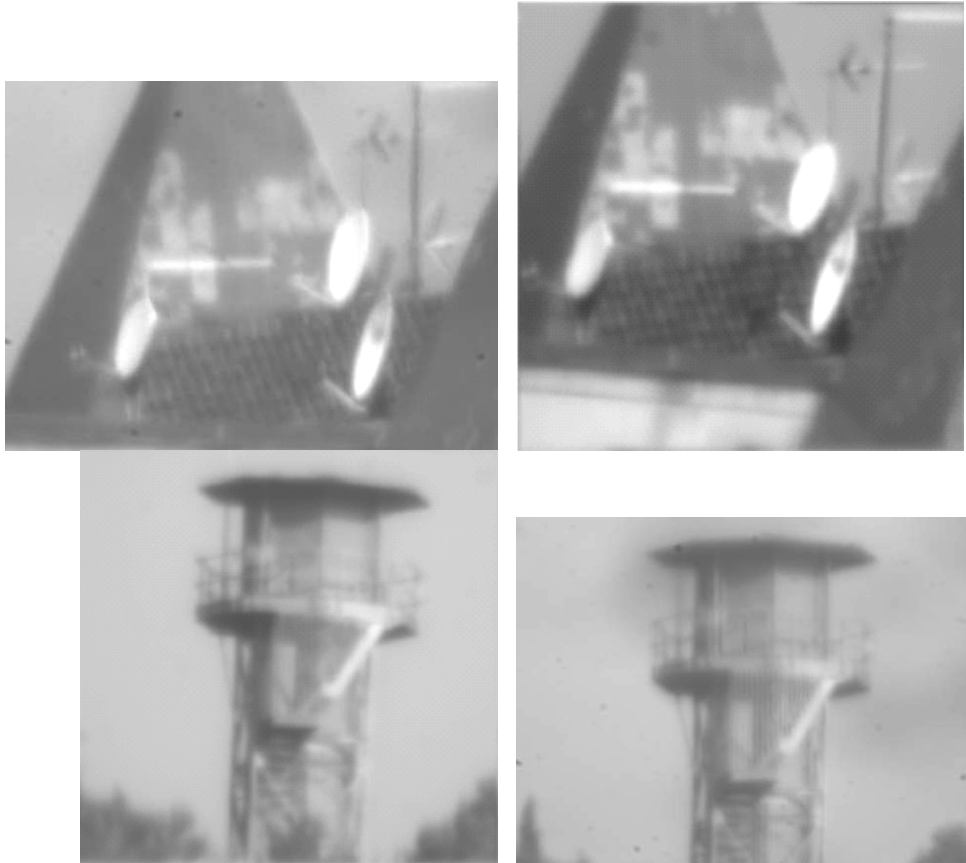


Fig. 11. A l'esquerra, les imatges captades a través de la ullera de llarga vista.
A la dreta, les imatges simulades per càlcul.

procediment es pot visualitzar i comprovar l'encert dels càlculs a partir de la PSF simulada, la PSF experimental i el diagrama d'impactes que ens proporciona el mateix software del sensor.

Com a resultat final, es pot comparar la qualitat de les imatges simulades amb les imatges captades a través de la ullera tal com es veu en la figura 11. A l'esquerra, les fotos de les imatges captades directament a través de la ullera de llarga vista. A la dreta, les imatges simulades per càlcul amb la PSF, a partir dels paràmetres obtinguts en el laboratori per l'anàlisi del front d'ona a través de la mateixa ullera.

Conclusions

L'estudi de sistemes òptics mitjançant l'anàlisi de l'ona emergent és una tècnica prometedora que pot permetre obtenir uns bons resultats i analitzar la qualitat d'imatge. El principal avantatge és que la tècnica per sensor de front d'ona és un mètode de no contacte, que evita així haver de desmuntar l'instrument i la seva manipulació amb els instruments de mesura. També pot suposar un gran avantatge en el cas d'instruments delicats que no poden ser traslladats fora d'un museu o d'una col·lecció o d'una zona de reserva.

Actualment s'està posant a punt aquesta tècnica i després d'aquest treball preliminar es pretén continuar l'estudi amb telescopis més antics i altres instruments òptics.

Bibliografia

ARCIMIS, A. T. (1901), *Astronomía Popular*, Barcelona, Montaner y Simón Ed.

GOODMAN, J. W. (2005), *Introduction to Fourier Optics*, Roberts & Co. Publishers.

MERKLE, F. (1989), «Adaptive optics for the ESO-Very Large Telescope», *Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 1.013, p. 224-232.

PLATT, B. C.; SHACK, R. (2001), «History and principles of Shack-Hartmann wavefront sensing», *Journal of Refractive Surgery*, 17, 573-577.

ROSSELLÓ BOTEY, V. (2002), «L'Astronomia de Juan Caramuel Lobkowitz (1606-1682)», *Cronos. Cuadernos Valencianos de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, 5-6, 93-129.

Agraïments

Aquest estudi ha estat parcialment finançat pels projectes: HAR2008-02580-E/HIST i per DPI2008-04175/DPI.

Carme Ferran agraeix la beca APIF de la Universitat de Barcelona.

EL PARE MANUEL CAZADOR

Francesca MASNOU i PUNTÍ
Agrupació Astronòmica d'Osona
IES Jaume Callís de Vic (Matemàtiques)

Paraules clau: meteoròleg, radiotècnic, agrònom, educador, sacerdot

The priest Manuel Cazador

Summary: The priest Manuel Cazador was a religious who spent most of his life in the orphans' college of Sant Julià de Vilatorça (Osona, Barcelona). In addition to his spiritual task, he was one of the most relevant scientific of Osona's region during the twentieth century. He studied Agronomy, Physics, Chemistry, and Astronomy in Barcelona and he stood out for his work in Meteorology, Radio-techniques, Agronomy, and also for his innovating educative methods. He was born in Torrent de Cinca (Fraga) in 1874 and died in Sant Julià de Vilatorça in 1956.

Key words: meteorologist, radiotechnician, agronomist, educator, priest

El col·legi d'orfes de Sant Julià de Vilatorça

Com que bona part de la vida del pare Cazador es desenvolupa en aquest indret, crec que he de fer-hi una referència.

El Sr. Josep Puig i Cunyer era un comerciant, nascut a Breda, que va acumular una immensa fortuna treballant a Madrid. Solter i sense fills, va deixar tota la seva riquesa per construir una granja escola per a orfes pobres a Sant Julià de Vilatorça i per mantenir, amb els interessos del banc, seixanta orfes durant molts anys.

Per dirigir l'educació dels orfes va posar aquest col·legi en mans dels religiosos de la Sagrada Família sota la direcció d'un patronat. El 30 de juny de 1894 es va col·locar la primera pedra i el 25 de juliol de 1897 es va inaugurar. Fins al 1990 aquests religiosos es van encarregar de l'educació del col·legi que, a partir del 1960, es va dir *Virgen del Rosario* i, més endavant, *Verge del Roser*. Actualment és un centre de primària i secundària subvencionat.



Fig. 1. El pare Manuel Cazador.

Estudis preparatoris

Manuel Cazador i López va néixer a Torrent de Cinca, un poble al costat de Fraga, el 29 de gener de 1874 dins de la família de Ca l'Espartenyer. Li van posar Manuel com el seu pare. Durant la seva infància, anava cada dia de Torrent a Fraga a peu a l'escola dels Pares Escolapis.

Als 14 anys va entrar a la congregació religiosa dels Fills de la Sagrada Família. El 19 de març de 1889 va vestir l'hàbit religiós i el 30 de juny de 1897 el van destinar al col·legi d'orfes de Sant Julià de Vilatorca. El 1899 el bisbe Torres i Bages el va ordenar sacerdot en el mateix col·legi on va residir quasi tota la seva vida.

Va estudiar Agronomia a la granja experimental de Barcelona amb el professor Hermenegildo Gorria, enginyer que al congrés científic de París del 1900 va ser considerat un dels millors hidròlegs del món.

També va estudiar Física i Química a la Universitat de Barcelona. Un dels seus professors va ser el Dr. Luanco, que durant 33 anys va ocupar la Càtedra de Química General.

Per acabar, va estudiar Astronomia a l'Escola Nàutica amb el professor Ricardo Giralt.

El radiotècnic

Juan Blasco, en el llibre de les noces d'or diu:

El Pare Cazador va construir, al seu laboratori, el primer aparell receptor de ràdio que hi va haver a Espanya. Primer, va fabricar un transmissor i, durant 2 anys, va experimentar amb tota classe de piles elèctriques fins que combinant 5 elements en sèrie va obtenir la guspira que necessitava. L'aparell del Pare Cazador podia produir, per tant, ones hertzianes.

Ara faltava el receptor per captar les ones emeses. Com a cohesor, va utilitzar llimadures de llautó, més barates que les de plata. Un cop connectats els circuits emissor i transmissor, quan va activar la bobina va sonar el timbre del receptor i va ser aquí on es va produir per primera vegada a Espanya una transmissió i una captació d'ones hertzianes per telegrafia sense fils.

També va ser el primer a Espanya que va captar les senyals horàries que la Torre Eiffel transmetia radiotelegràficament cada dia a les 23:45.

He investigat si existien altres documents que parlessin de tot això i he trobat escrits que confirmen que tres persones d'Osona feien experiments sobre ones hertzianes al començament del segle xx: el pare Cazador des de Sant Julià, i des de Vic l'astrònom Pratdesaba i l'expert en electricitat Marià Riera.

Segons diu Francesc Farrés, a la revista *Vilatorta* núm. 9:

les tècniques radiofòniques de Cazador-Pratdesaba avançaven amb rapidesa, des dels receptors de galena passant pels de làmpares amb auriculars o bé amb altaveus de trompa externa en un principi o amagada dintre la caixa després.

Pratdesaba, en els seus escrits, comenta que el Pare Cazador a St. Julià tenia una emissora de xispa (acumulador elèctric i bobina de Ruhmkorff que feia passar el corrent provocant una descàrrega). També disposava d'un receptor Ducretet de 3 vàlvules regal dels amics vigatans.

Així doncs, entre St. Julià i Vic existia una veritable i prolífica càtedra radioelèctrica que rebia i estudiava dades de totes les estacions d'Europa.

Potser un dels dies més joiosos del pare Cazador va ser l'anada a Vic a Can Pratdesaba per escoltar, amb auriculars, una perfecta audició de l'òpera Romeo i Julieta que retransmetien des de Londres.

El Pare Cazador i en Pratdesaba a principi de segle anaren a Barcelona a veure el primer vaixell de la companyia Transatlàntica equipat de telegrafia sense fils. L'amistat i la col·laboració científica entre Cazador i Pratdesaba fou modèlica i constant durant més de 30 anys.

El meteoròleg

L'any 1897 el pare Cazador va fundar l'Observatori Meteorològic del Col·legi Granja de Vilatorra. Dues vegades cada dia, i després tres, prenia nota d'una vintena de dades.

Aquestes dades es telegrafiaven diàriament a l'Observatori Fabra i més endavant es radiaven pel servei meteorològic de Radio Barcelona. Gràcies a això, tot Catalunya sentia diàriament el nom de Sant Julià de Vilatorrada.

Al final de l'any feia imprimir un full de resum anual de màximes, mínimes i mitjanes que he fotocopiats perquè en pugueu veure el detall i la precisió. La majoria d'aquestes dades van sobreviure a l'incendi de l'any 1958 perquè no eren a la biblioteca, sinó a dalt, a l'observatori.

El pare Cazador era un apassionat de la meteorologia i estudiava tot el que hi estava relacionat. Amb paciència feia observacions cercològiques per trobar la relació entre les descàrregues elèctriques de l'atmosfera, que captava amb els seus aparells, i els temporals.

Se sap que durant tres anys, del 1907 al 1910, va apuntar, cada dues hores al dia, la intensitat i la variació de les descàrregues. Desconec si aquestes dades es conserven o si es van perdre en el famós incendi.

El va ajudar en la seva tasca el germà Bernat, de nom Bernat Maria Serra i Moret, fill de l'historiador vigatà Josep Serra i Campdelacreu i germà de l'escriptor i polític Manel Serra i Moret.

Una altra activitat meteorològica important va ser la seva participació en el treball del Dr. Fontserè, director del Servei Meteorològic, anomenat *L'anomalia tèrmica de la plana de Vic*, on s'estudia la inversió tèrmica de temperatures a la Plana. Junt amb altres observadors, el pare Cazador hi va col·laborar prenent dades tant al col·legi (588 m d'altitud) com a Puigsech (650 m) on anava caminant diàriament. Per arrodonir-ho, el germà Bernat anava, també cada dia, a Puiglagulla (700 m) per apuntar més dades. Entre tots van confirmar que, molts dies d'hivern, la temperatura a dalt de les muntanyes de la Plana és una mica més alta que a baix.

El pare Cazador va treballar al seu observatori fins a la seva mort, esdevinguda el 1956.

Per altra banda, el 30 d'agost de 1905 hi va haver un eclipsi total de Sol visible a molts llocs de Catalunya. Científics de tot el món van venir a fer observacions i van aprofitar per visitar l'observatori del pare Cazador, quedant meravellats de la feina que feia.

El jesuïta pare Ricard Cirera, director de l'observatori de l'Ebre, va fer un estudi a fons de l'eclipsi i va citar el pare Cazador d'aquesta manera:

Entre les observacions rebudes del lloc on l'eclipsi de Sol no fou total, cal destacar les del Pare Cazador O.S.F. del col·legi de Sant Julià. L'esmentat Pare posseeix, al col·legi, un observatori permanent que vàrem tenir el gust de visitar fa alguns anys podent apreciar la cura i dedicació amb què el Pare Cazador verifica les seves observacions. La corba feta amb dades actinomètriques que tenim a la vista, s'assembla molt a l'obtinguda al nostre observatori de l'Ebre. El termòmetre va baixar uns 4 °C a l'ombra, una mica més que a Tortosa, potser per estar situat en un punt més elevat. Les observacions estan molt ben presentades i podem estudiar-les i comparar-les amb les nostres. És per això que estem agraïts d'una manera especial al Pare Cazador.

L'educador

A part de totes les activitats que he esmentat, el pare Cazador era professor del col·legi d'orfes pobres. Les seves especialitats eren Matemàtiques, Ciències Naturals, Francès i Alemany.

He sentit a dir, pels seus exalumnes, que el pare Cazador no parava mai de fer innovacions a les classes. Per exemple, feia unes projeccions lluminoses per mostrar gràfics i fotografies (semblants a les diapositives) aprofitant la pràctica que tenia a fer fotos de núvols.

Va muntar, junt amb altres religiosos, un museu fabulós que era visitat per gent de tot Catalunya. En ell hi havia animals dissecats, llibres, fòssils, fotografies o monedes, entre d'altres. Aquest museu va ser destruït, quasi tot, en l'incendi que hem esmentat al començament.

L'agrònom

Tots els pagesos admiraven el pare Cazador perquè no va deixar mai d'experimentar per millorar l'agricultura a la comarca d'Osona. Tenia camps de conreu per fer proves amb fertilitzants i va trobar els més adequats per a cada cultiu.

Venien pagesos de tot arreu a demanar-li consell i va millorar molt la productivitat de gran quantitat de camps.

Va experimentar amb les patates deduint que la que millor s'adaptava a la comarca era la varietat anomenada de Burgos, i la majoria de pagesos la van començar a conrear.

Va introduir les gallines de la raça del Prat i va experimentar molt amb les incubadores pels pollets, canviant el carbó pel gas acetilè.

Referent als conills, va portar a la comarca la raça de Normandia i la va adaptar al nostre clima.

L'home i el sacerdot

Per damunt de tot, el pare Cazador era un religiós humil i senzill, que li agradava la feina d'ensenyar i investigar.

En els seus llargs recorreguts per Sant Julià, parlava amb tothom i coneixia totes les persones del poble. Cada dia anava a llegir el diari a una casa del poble anomenada Cal Carreter.

El pare Cazador no esperava mai cap agraïment. Per això, li va venir molt de nou l'homenatge que li van fer l'any 1949 amb motiu de les seves Noces d'Or Sacerdotals.

També, l'any 1947, el Servicio Meteorológico Nacional de Madrid li va donar una distinció d'agraïment que diu:

El Servicio Meteorológico Nacional, para dar una muestra senyalada de merecida distinción al reverendo Padre Manuel Cazador López SF al cumplirse el cincuenta aniversario de la fundación del observatorio meteorológico que bajo su dirección ha venido funcionando en el Colegio de Huerfanos Pobres de San Julián de Vilatorca, ha acordado ofrecer este Diploma a tan benemérito colaborador por su incansable constancia y por su asidua y escrupulosa fidelidad en los trabajos científicos.

Jo no sabia res més de la seva vida familiar fins que, casualment, l'any 1997 va arribar a les meves mans una revista que es publica a Fraga on hi surt un llarg article dedicat al pare Cazador. Allí hi trobo literalment:

El pare Cazador tindrà sempre el record dels seus familiars i de la terra que el va veure nàixer. En carta dirigida al seu nebot José Cazador Soler diu: «tengo el gusto de participarte que he recibido la grata visita de Joaquín y su amable esposa. Como no esperaba semejante presente quedé altamente impresionado al ver ante mi miembros de mi casa natal. Y lo que es más, tan bien apuestos, educados y bien vestidos que me hicieron ver la realidad de referencias que tenia de los cambios y progresos del pueblo desde la terminación de la guerra».

No he pogut saber si va tornar mai més al seu poble, Torrent de Cinca.

Sant Julià de Vilatorça reconeix la figura del pare Cazador

Per fi, l'11 de setembre de 1994, amb motiu del 120è aniversari del naixement del pare Cazador, Sant Julià va fer-li una festa:

- L'Ajuntament va editar i regalar a tot el poble el llibre de Maria Lluïsa Buixó *Del record que servo del Pare Manuel Cazador*.
- Es va inaugurar una exposició sobre material meteorològic i es va mostrar la seva obra.
- Es van fer una sèrie de parlaments al Col·legi del Roser amb diferents personalitats.
- Es va inaugurar un monument format per un rellotge de Sol a la cruïlla del passeig Verdaguer - carrer Pare Cazador, que és una rèplica d'un de molt original (esfèric) que hi ha al Col·legi del Roser.
- Es va dedicar una bona part de la revista *Vilatorça* núm. 9 a parlar de la seva figura i obra.

Per altra banda, el meteoròleg de Sant Julià Lluís Solanas ha restaurat tot el que ha pogut de l'observatori del pare Cazador. Ell, a més a més, té una pàgina web (meteovilatorca.cat) on, a part de les seves observacions, s'hi poden trobar referències i fotografies del pare Cazador.

Torrent de Cinca homenatja el pare Cazador

A partir de la revista de Fraga que he mencionat abans, l'Ajuntament de Torrent es va posar en contacte amb el de Sant Julià i, per les festes de Sant Antoni de l'any 1994 li van fer un homenatge i també van posar-hi un rellotge de sol esfèric, model «Pare Cazador».

Consideracions finals

El pare Cazador pertany al grup d'homes de ciència que no surten als llibres (encara que es pot trobar una ressenya d'ell a l'Enciclopèdia Catalana) però que en el seu moment van fer una feina molt interessant.

A la nostra comarca el podem posar al costat de Josep Pratdesaba i Portabella, astrònom vigatà fundador de l'Observatori Pratdesaba, i de mossèn Manel Serinanell i Mir, fundador de l'Agrupació Astronòmica d'Osona i gran admirador de l'obra de Pratdesaba i Cazador.

És molt important que aquestes persones no s'oblidin mai. Una comarca té els seus artistes, escriptors i poetes, dels quals se'n sol parlar força. Caldria, també, que es parlés dels científics que, encara que no fossin de primer nivell, ens han precedit a tots els que ens agrada la ciència.

Bibliografia

BLASCO, J. (1947), *Bodas de oro sacerdotales del reverendo Padre Manuel Cazador y López*, Sant Julià de Vilatorça, Agrupació d'Antics Alumnes del Col·legi de Sant Julià de Vilatorça.

AGUIRRE I SÁENZ DE TEJADA, J. M. *Cent anys d'escola. Del col·legi d'orfes al col·legi del Roser*, Sant Julià de Vilatorça, Agrupació d'Antics Alumnes del Col·legi de Sant Julià de Vilatorça.

BUIXÓ, M. L. *Del record que servo del Pare Manuel Cazador*, Sant Julià de Vilatorça, Ajuntament de Sant Julià de Vilatorça.

CIRERA, R. «Noticia del observatorio y de algunas observaciones del eclipse de 30 de Agosto de 1905», *Memorias del Observatorio del Ebro*, 1. *Fogaril i Calaixera*, 18 (revista de Fraga).

FONTSERÈ, E. «L'anomalia tèrmica de la plana de Vic», *Memòries del Servei Meteorològic de Catalunya*, vol. 1, 1. *Relleu*, 2, 3, 4, 38, 40, 42, 44, 45 (revista de Sant Julià de Vilatorça). *Vilatorça*, 9, 10 (revista de Sant Julià de Vilatorça).

SERINANELL, M. Conferència pronunciada amb motiu de l'homenatge al pare Cazador, 11 de setembre de 1994.

Fotografies del fons del Col·legi del Roser i de la web www.meteovilatorca.cat.

«L'OBSERVATORI CATALÀ» DE RAFAEL PATXOT

Josep M. OLIVER
Agrupació Astronòmica d'Osona

Paraules clau: *Josep Comas Solà, Observatori Català, Mailhat, telescopi, Rafael Patxot, Universitat de Barcelona*

Summary: *In 1896 Rafael Patxot i Jubert, illustrious Catalan patron, and amateur meteorologist and astronomer, built an observatory at his home in Sant Feliu de Guíxols. This observatory was equipped with a magnificent visual and photographic telescope and the best meteorological instruments of that time. Josep Comas Solà worked there for a while. In 1911, Patxot donated the telescope to the Astronomical Society of Barcelona, and this organisation, in turn, gave it to the University of Barcelona in 1918. It has not been used since and should be recuperated for teaching purposes as it is an instrument of great historical value.*

Key words: *Josep Comas Solà, Observatori Català, Mailhat, Rafael Patxot, telescope, University of Barcelona*

Sant Feliu de Guíxols, de 1896 a 1911... i fins ara

Rafael Patxot i Jubert (Sant Feliu de Guíxols, 1872 - Ginebra, Suïssa, 1964) va ser un industrial del suro, ben conegut per les seves obres de mecenatge i per les seves aportacions a la cultura catalana. El seu interès per les tradicions, la llengua, la música i la ciència van fer d'ell un home singular a qui les circumstàncies en diverses èpoques (sobretot al començament del segle i a l'esdevenir la guerra civil) li van deixar un amarg regust del qual es va lamentar durant la resta de la seva vida.

De ben petit manifestà interès per l'astronomia i la meteorologia. Després d'estudiar a Anglaterra i aprofitant estades a França, va entrar en contacte amb el món astronòmic francès que encapçalava Camille Flammarion. Amb només 22 anys i amb el recolzament econòmic de què gaudia, el 1896 va fer construir a casa seva, al passeig del Mar de Sant Feliu de Guíxols, un magnífic observatori astronòmic i meteorològic, amb instruments de categoria molt superior a la dels que podien aspirar la majoria d'aficionats; el va anomenar «Observatori Català» (figura 1).

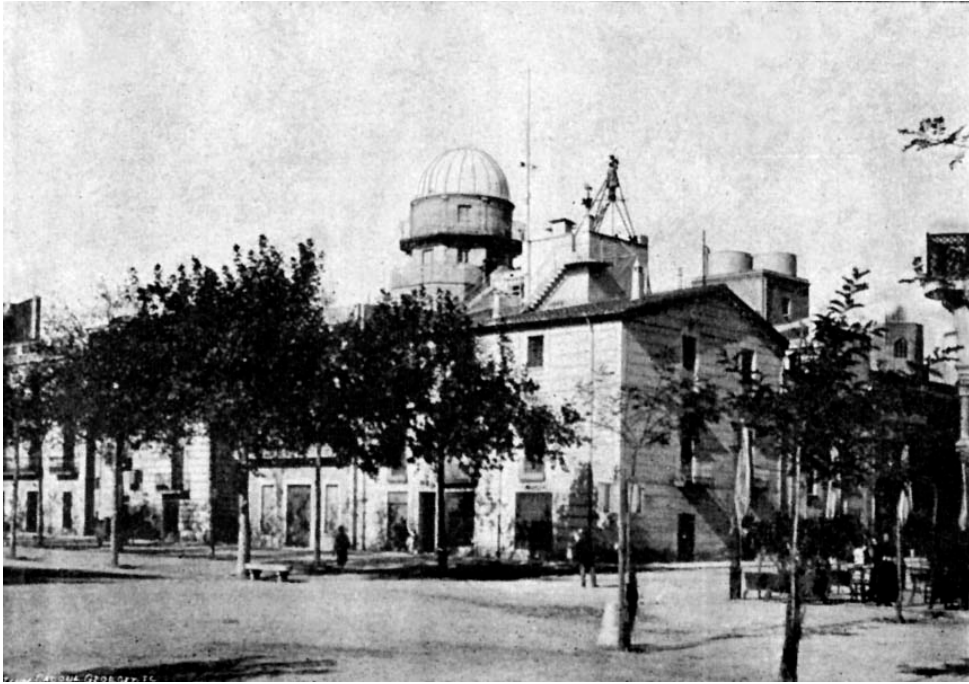


Fig. 1. L'«Observatori Català», al passeig del Mar de Sant Feliu de Guíxols, l'any de la seva instal·lació (1896).

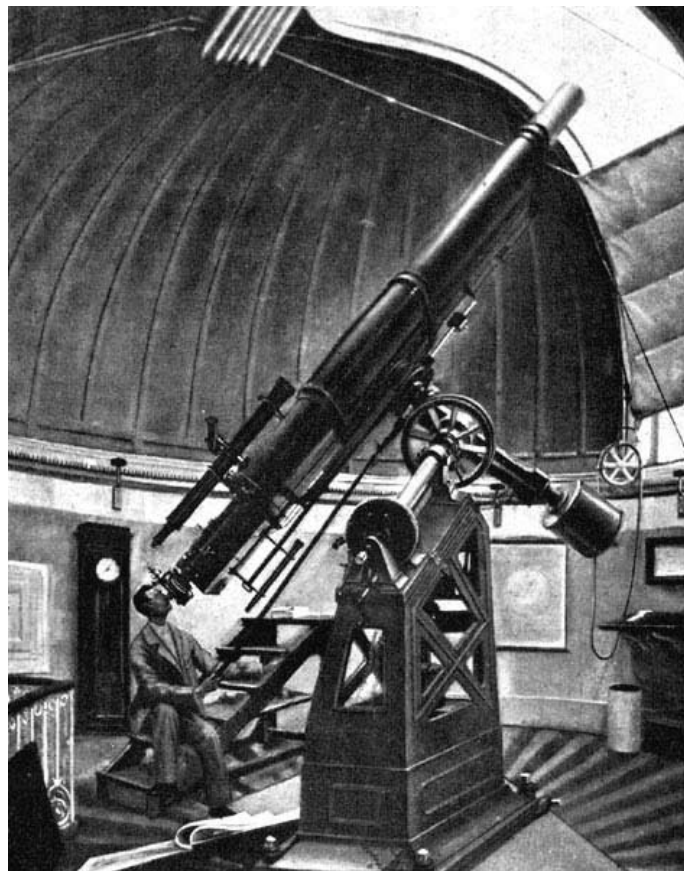


Fig. 2. Rafael Patxot amb el seu telescopi (1896).

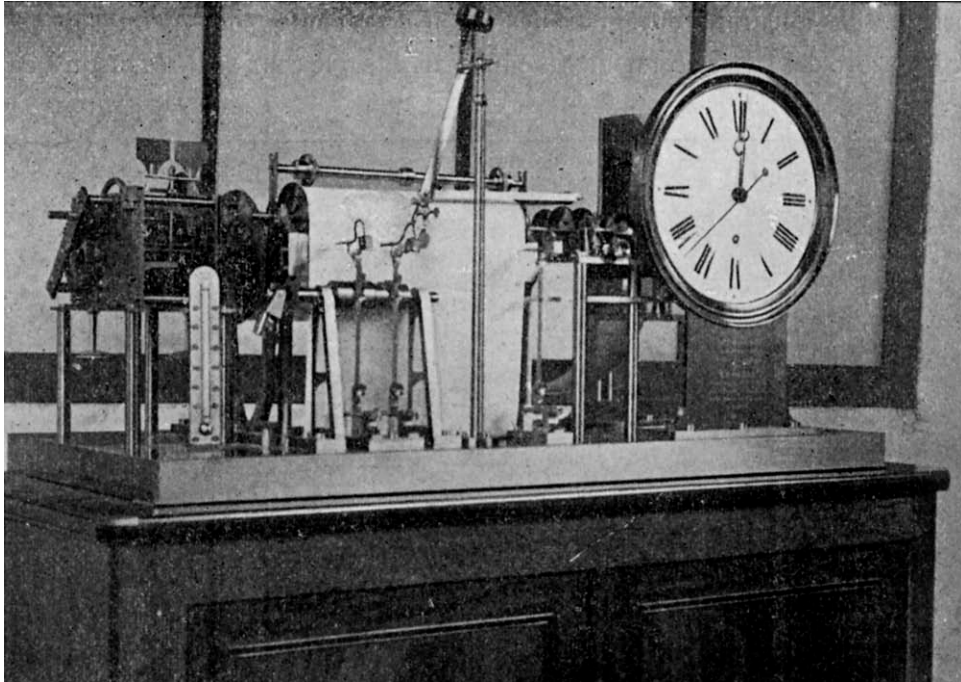


Fig. 3. L'anemòmetre enregistrator, un aparell innovador a l'època.
Es conserva al monestir de Montserrat.

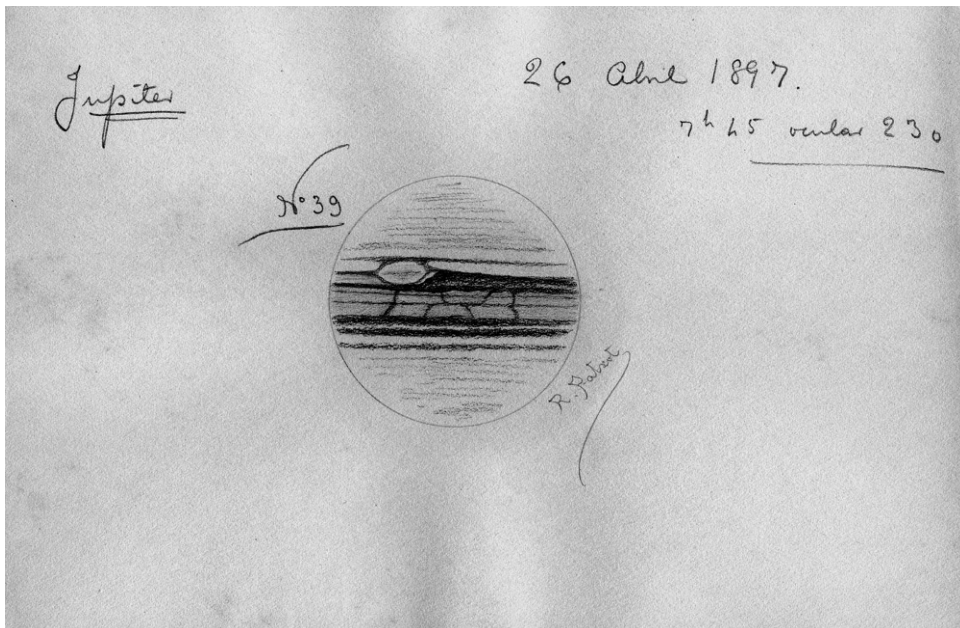


Fig. 4. Dibuix de Júpiter fet per Rafael Patxot. Una de les poques observacions que va fer de les quals deixà constància (26 d'abril de 1987).

El telescopi era un refractor Mailhat, construït a París, de 22 cm d'obertura, amb doble tub òptic: un de visual i un altre de fotogràfic (figura 2). Responia al disseny més avançat d'aquelles èpoques, quan començava a arrencar la fotografia astronòmica de cel profund. Quant a mida, era dels telescopis més grans d'Espanya, superat només pel telescopi de 33 cm del Real Observatorio de la Armada a San Fernando (Cádiz) i per un telescopi antiquat i gairebé fora d'ús de 27 cm de l'Observatori de Madrid.



Fig. 5. Fotografia de la nebulosa M 42 d'Orió, obtinguda per Josep Comas Solà amb el telescopi de Patxot. La fletxa assenjala una estrella variable que hi va descobrir (gener de 1898).

L'equipament meteorològic va consistir en els millors instruments que hi havia. Fins i tot va estrenar un nou model d'anemògraf, superant així la qualitat tècnica dels observatoris oficials de l'Estat (figura 3).

Rafael Patxot va fer-hi una tasca sistemàtica de mesures meteorològiques. Tot i que deia que l'astronomia li interessava molt, tan sols va deixar constància d'unes desenes d'observacions en forma de dibuixos, la major part sobre superfícies planetàries i taques solars, uns temes que llavors estaven de moda entre els aficionats. De fet, era el millor que permetien fer aquells telescopis, de distància focal molt llarga (figura 4).

El 1897, Patxot va proposar a Josep Comas Solà, que ja s'havia llicenciat en ciències físiques i matemàtiques, que treballés al seu observatori cobrant un sou. Segurament va considerar, encertadament, que era molt observatori per a ell tot sol, i més tenint com tenia altres ocupacions de responsabilitat, com la direcció de la seva empresa (el seu pare havia mort i se'n va haver de fer càrrec ell). Comas, en acceptar, es va convertir en el primer astrònom professional d'Espanya, tret dels marins que treballaven a San Fernando i dels oficials de l'Estat que treballaven al Real Observatorio de Madrid.

Comas va fer una bona tasca amb aquell telescopi, tot i que breu. Va confeccionar un catàleg d'estrelles dobles, descobrint-ne diverses, va descobrir una estrella variable, va fer una bona campanya d'observacions de Mart, compaginant-les amb unes quantes observacions de Patxot, va iniciar-se en la fotografia, etc. (figures 5 i 6). I va enamorar-se de la germana de Patxot, Maria, amb qui es va casar i va establir la nova llar a Barcelona, abandonant, per tant, Sant Feliu. La seva tasca efectiva amb el telescopi va durar poc més d'un any.

Rafael Patxot va passar a tenir altres preferències —l'empresa li donava problemes— i pràcticament va abandonar l'astronomia; no, en canvi, la meteorologia per la qual seguia interessat i fins i tot havia començat a col·laborar amb Eduard Fontserè, creant el que esdevindria la Xarxa Pluviomètrica de Catalunya i que, anys després, el 1921, es convertiria en el Servei Meteorològic de Catalunya.

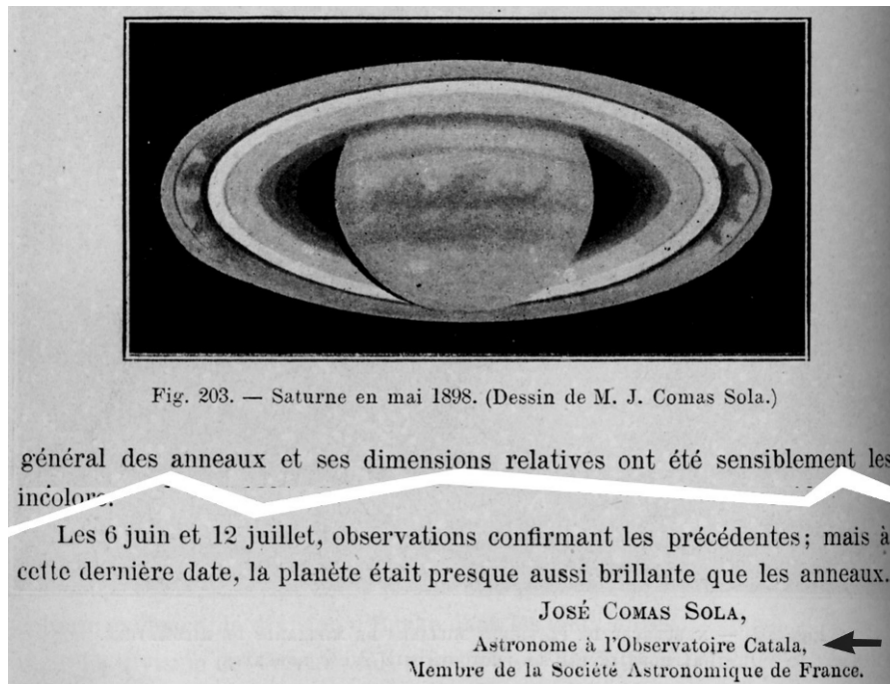


Fig. 6. Observació de Saturn feta per Josep Comas Solà i publicada a la revista *L'Astronomie* de la Société Astronomique de France (1898).

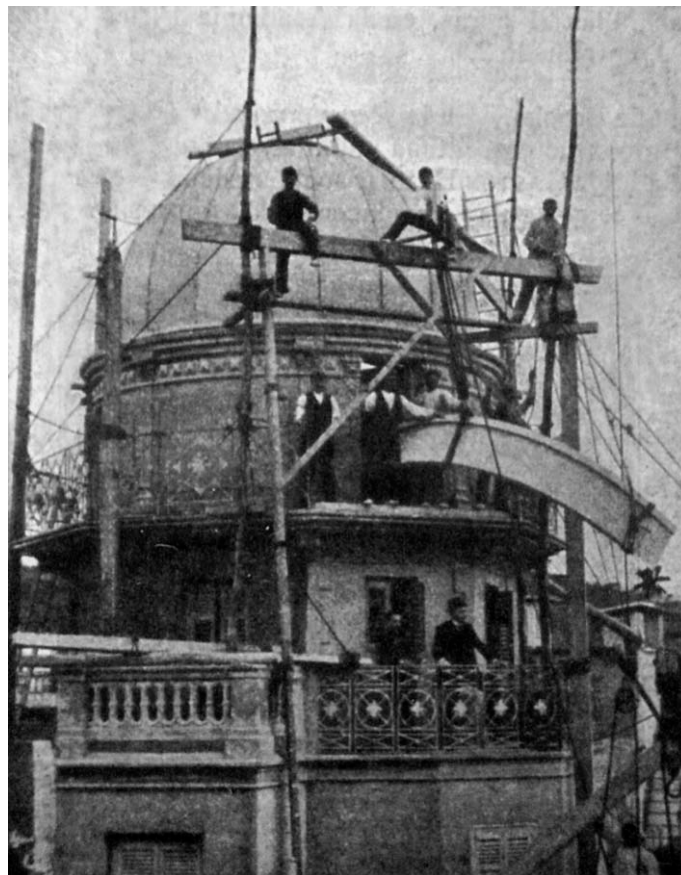


Fig. 7. L'observatori va ser desmuntat el desembre de 1911 per enviar-lo a Barcelona.

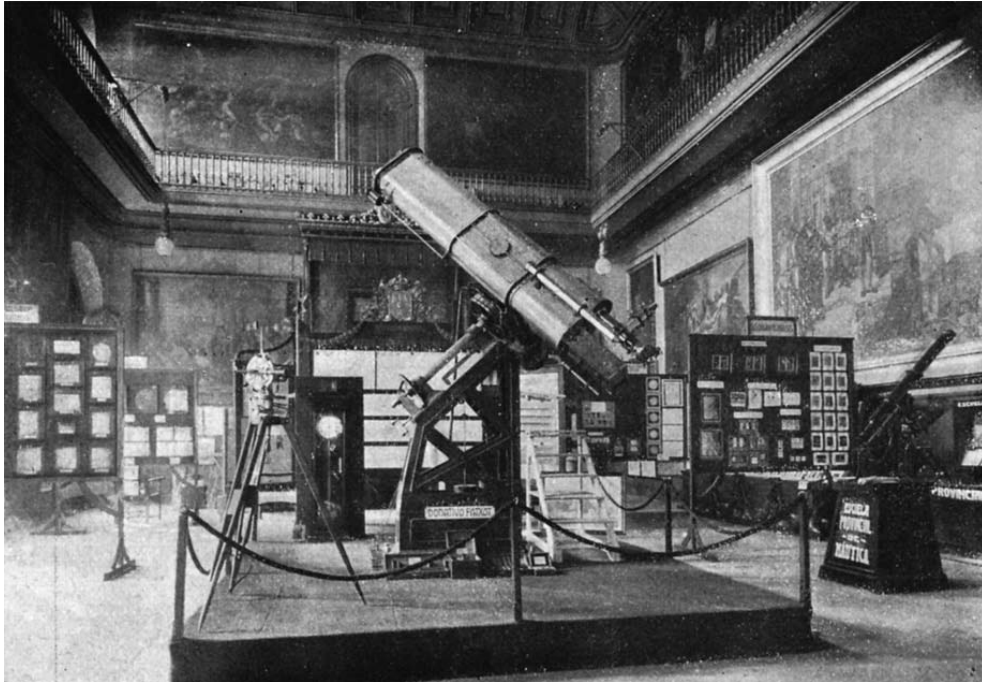


Fig. 8. El telescopi i altres instruments accessoris, exhibits a l'Exposició d'Estudis Lunars de 1912, a l'edifici de la Universitat de Barcelona.

El magnífic telescopi va restar inactiu des que va marxar Comas, i tot l'observatori va ser desmantellat el 1911 (figura 7). Patxot va fer donació dels instruments meteorològics al Monestir de Montserrat i dels astronòmics a la Sociedad Astronómica de Barcelona. Aquesta associació havia estat fundada el 1910 per iniciativa de Salvador Raurich, qui en va ser el secretari perpetu. De tota manera, el 1911 s'havia fundat a Barcelona una altra associació, rivalitzant amb aquella, que va ser presidida per Josep Comas Solà: la Sociedad Astronómica de España (que poc després tindria per nom Sociedad Astronómica de España y América). Resulta que, per qüestions familiars, Patxot i Comas es van enemistar profundament, i Patxot va voler venjar-se regalant el magnífic observatori a l'associació rival, de la qual un dels fundadors i un dels presidents va ser el seu amic Eduard Fontserè. La Sociedad Astronómica de Barcelona era una associació modesta, sense local social propi (utilitzava un despatx que els va cedir la Universitat de Barcelona) i, de cop i volta, al cap de menys de dos anys de la seva fundació, es va trobar amb la donació del magnífic telescopi i instruments accessoris, com un rellotge sideral i un teodolit, més la cúpula, desmuntada. Patxot havia posat com a condició que ell ho regalava tot, però que les despeses d'instal·lació anessin a càrrec de l'entitat. L'entitat l'únic que va poder fer, de moment, va ser guardar-ho en un magatzem.

El 1912 la Sociedad Astronómica de Barcelona va organitzar una Exposició d'Estudis Lunars al Paraninfo de la Universitat, amb fotografies i objectes aportats per observatoris espanyols i estrangers. Al centre de la sala hi va exhibir el telescopi de Patxot i els principals accessoris, amb l'orgull i la satisfacció de ser-ne ara els propietaris (figura 8). Al mateix temps, va iniciar gestions per aconseguir un lloc i la subvenció necessària per construir un observatori que servís per fer-hi sessions d'estudi i sessions didàctiques per al públic i per a escolars. Les gestions fetes per Eduard Fontserè van dur a la conclusió que el Parc de la Ciutadella seria un lloc molt idoni, i l'Ajuntament es va comprometre a fer-se'n càrrec.

L'any 1913, l'Ajuntament hi va assignar una partida pressupostària, però va acabar l'any sense que es fes res. La partida es va tornar a incloure al pressupost de 1914, però el trasbals generat per la Primera Guerra Mundial va aturar el projecte. El 1917 es va tornar a consignar el pressupost, però



Fig. 9. L'observatori de Rafael Patxot en l'actualitat (2009), sobre les teulades de l'edifici històric de la Universitat de Barcelona.

llavors les despeses extres que va haver de fer l'Ajuntament per fer front a la greu epidèmia de grip el van tornar a anul·lar. I el 1918, els directius de l'Associació (les activitats de la qual havien minvat molt), desanimats, van oferir l'observatori a la Universitat.

El 1918 l'observatori va ser instal·lat sobre les teulades de l'ala nord de l'edifici de la Universitat de Barcelona, cantonada carrers Balmes-Diputació. Inicialment es va pensar que podria servir per a una tasca de divulgació pública, fent observacions a les quals el públic hi podria assistir entrant pel pati del darrere de la Universitat i per una porta també del darrere. Però, sigui perquè l'accés no era directe pel carrer o perquè els directius de l'associació no hi van posar cap entusiasme, el cas és que l'activitat del telescopi va resultar molt aviat nul·la. La Universitat tampoc no el fa ver servir. En alguna ocasió es va intentar donar-li un ús per a pràctiques dels estudiants, però sense èxit. De fet, el tipus de telescopi no és gens adequat per a aquell lloc, sobre teulades, on la reverberació tèrmica ha de produir, forçosament, molta turbulència a les imatges. L'observatori, doncs, encara és allà, al darrere de l'edifici històric. La cúpula es veu des del carrer (figures 9 i 10).

L'octubre de 2009 es va inaugurar a Mosqueroles (Fogars de Monclús), dins el Parc Natural del Montseny, el museu Masia Mariona, dedicat a l'obra de Rafael Patxot. És una masia que ell havia fet construir com a casa d'estiueig i que havia dedicat a la seva filla Mariona, morta molt jove. Aquesta casa ha estat donada a la Diputació pel nét de Patxot, Rafael Carreras-Patxot, i ara, una vegada restaurada, disposa d'unes magnífiques instal·lacions a la primera planta dedicades a Patxot, mentre que a la segona planta hi ha les oficines del Parc.

Aquest seria un lloc magnífic per instal·lar-hi l'històric «Observatori Català» i fer-hi una tasca didàctica, tal com volia Rafael Patxot. El telescopi està en molt bones condicions de conservació (la Facultat de Ciències Físiques té cura dels elements més delicats) i tan sols li caldria un treball de restauració no gaire difícil perquè pogués tornar a funcionar. La cúpula és el que està en més mal estat, però també es podria restaurar, tot i que el més pràctic seria instal·lar-lo sota una cúpula moderna. De



Fig. 10. El telescopi en l'actualitat (2009).

fet, el telescopi s'hauria de treure d'allà, on no hi fa res més que degradar-se. Sigui a Mosqueroles o en un altre lloc, caldria recuperar-lo com a valuosa peça que és de la història de l'astronomia catalana.

Crèdits de les imatges

- Figures 1, 2, 3, 5, 6 i 7: L'Astronomie (Société Astronomique de France).
- Figures 4 i 10: Factory Projectes Especials.
- Fig. 8: Catàleg «Exposición Internacional de Estudios Lunares» (Sociedad Astronómica de Barcelona, 1912).
- Fig. 9: Autor.

DIVULGAMETEO: UN PUNTO DE ENCUENTRO EN INTERNET SOBRE LA HISTORIA DE LA METEOROLOGÍA

Manuel PALOMARES CALDERÓN¹; José Miguel VIÑAS RUBIO²

¹Relaciones Internacionales AEMET

²Comunicador científico de RNE. Responsable de Divulgameteo
palomares@inm.es; info@divulgameteo.es

Palabras clave: *Divulgameteo, historia de la meteorología, Internet, fuentes documentales*

Divulgameteo: An Internet meeting point about History of Meteorology

Summary: *This work aims to discover the section «Historia de la Meteorología» [History of Meteorology], located in Divulgameteo web page (www.divulgameteo.es), thus facilitating a quick reference of many published works on this subject, or unpublished or scattered in the big World Wide Web.*

Key words: *Divulgameteo, history of meteorology, Internet, documentary sources*

La razón principal que nos llevó a crear un pequeño rincón en la Red dedicado a la historia de la Meteorología y los temas asociados fue la dificultad de encontrar y compendiar un poco las cada vez más frecuentes contribuciones en lengua española con esa temática. La página www.divulgameteo.es, existente desde abril de 2008, podía servir excelentemente para ello. A finales de 2009 la idea se puso en marcha y creemos que merece verdaderamente la pena.

La historia de la Meteorología tiene aspectos peculiares en comparación con otros campos de investigación o divulgación. Por un lado, existe una literatura sobre el tema con el formato tradicional de las disciplinas de historia de la ciencia, escrita fundamentalmente en inglés y no demasiado accesible. Hay unas pocas obras clásicas, ninguna de ellas traducidas todavía al castellano, y se producen frecuentes artículos y comunicaciones, aunque referidos en general a temas muy concretos. La Comisión Internacional de Historia de la Meteorología (ICHM), una pequeña rama en la *International Union of History and Philosophy of Science* ha hecho en los últimos años un esfuerzo para integrar a la comunidad internacional de interesados, generalmente meteorólogos, pero dada la especialización del tema esa comunidad es reducida y bastante endogámica.

Pero por otro lado, el interés indudable de la historia sobre cómo el hombre ha intentado comprender y predecir los fenómenos atmosféricos, ha hecho que mucho otros autores, a menudo no profesionales estrictos de las ciencias atmosféricas, hayan escrito muchas valiosas contribuciones al respecto, desde enfoques diversos y publicadas en medios muy desperdigados, entre los que se cuentan desde anuarios y boletines meteorológicos hasta revistas de historia político-social, historia militar y aeronáutica o publicaciones sobre temas tan diversos como la arquitectura o las telecomunicaciones. La explicación más básica, tanto para el propio interés de muchas personas hacia el tema, como para la gran dispersión de los escritos sobre él, es sin duda la importante relación de los elementos meteorológicos con buena parte de los avatares humanos y sus desenlaces.

Los ejemplos son innumerables. Cuenta la tradición que tras recibir la noticia del desastre de la «Armada Invencible» Felipe II manifestó con resignación que no la había enviado a luchar contra los elementos, pero quizá debió haber tenido más presente la alta probabilidad de que entraran en juego. 217 años después, otra decisiva batalla naval tuvo un desenlace muy influido por las condiciones meteorológicas, que en esta ocasión ha descrito con abundante y precisa documentación histórica Denis Wheeler en su artículo sobre el tiempo durante la batalla de Trafalgar. Los elementos a los que aludía Felipe II se desencadenaron con violencia después del combate de Trafalgar, en paralelismo notable con lo sucedido en 1588 tras el primer enfrentamiento de la Armada con la flota británica.

El artículo de Denis Wheeler se publicó inicialmente en español en la Revista Investigaciones Geográficas y es uno de los recuperados en la sección histórica de Divulgameteo. También hemos alojado allí un artículo de Alberto Linés que reconstruye de forma similar las condiciones meteorológicas a las que tuvo que enfrentarse ya la Armada de Felipe II al iniciar su travesía hacia el canal de La Mancha («Las condiciones meteorológicas en la navegación de la Gran Armada desde Lisboa a La Coruña») que el autor publicó inicialmente en la Revista de Historia Naval.

Esos ejemplos muestran el interés de facilitar el acceso a contribuciones sobre temas meteorológicos históricos que se encuentran escondidas bajo el polvo en publicaciones de muy diverso origen. La historia de la navegación y de las marinas de las naciones predominantes en la historia ha estado muy unida a la de los descubrimientos sobre la evolución atmosférica. En el siglo xx, fue la navegación aérea la actividad que heredó ese papel de promotor de la ciencia meteorológica, pero otras actividades humanas han estado íntimamente relacionadas con ella. Cuando el Instituto Nacional de Meteorología (ahora Agencia Estatal) anunció su propósito de rehabilitar el edificio de su primitiva sede central en el parque del Retiro de Madrid, entró en conflicto con los organismos de telecomunicaciones, que reclaman también su interés histórico por el edificio, ya que antes de que el Instituto se instalara allí en 1888, era el punto de transmisión del telégrafo óptico en la capital y se alojó luego allí la primera escuela de telegrafía eléctrica. Es de suponer que se alcance un acuerdo que sería muy apropiado, porque el desarrollo del telégrafo fue un acontecimiento crucial para el funcionamiento inicial de los servicios meteorológicos. Otro de los artículos reunidos en Divulgameteo, «Telégrafo y Meteorología» describe la íntima relación entre ambas actividades desde mediados del siglo xix. Es originalmente un capítulo de *Historias de Telégrafos* de Juan Olivé, publicada por la Asociación de Amigos del Telégrafo de España.

Uno de los encuentros más llamativos entre meteorología y otros intereses históricos es el que refleja un artículo de Juan Miguel Suay Belenguer, probablemente el mayor especialista español en el vuelo de cometas, sobre su uso en meteorología para la observación de los parámetros atmosféricos en altura. Los sondeos con cometas, abandonados después de 1950 constituyeron una herramienta fundamental para los estudios de la troposfera en la primera mitad del siglo xx.

Esa voluntad de recuperar, con el consentimiento y amabilidad de los autores, algunas de las numerosas contribuciones de interés sobre temas meteorológicos históricos es una motivación primordial para mantener esta página en Internet, pero naturalmente otro objetivo es acoger material sobre la propia historia de la ciencia meteorológica que tiene algunos cultivadores muy notables en lengua española. Quisiéramos citar a dos de ellos, sin olvidar a otros: Aitor Anduaga un historiador de



Fig. 1. Torre del telégrafo óptico en el parque del Retiro de Madrid.
Sede del Servicio Meteorológico español de 1888 a 1914).

la ciencia de gran nivel que redactó su tesis doctoral sobre «La institucionalización y la enseñanza de la Meteorología y la Geofísica en España» y el colombiano Joaquín Pelkowski, profesor en una universidad alemana, que nos ha cedido para Divulgameteo algunos magníficos trabajos publicados originalmente en revistas de su país. Pelkowski ha realizado además las primeras traducciones al castellano de algunos artículos clásicos de Helmholtz, Bjerknes y otros científicos clave en el desarrollo de la física atmosférica que procuraremos ir incluyendo gracias a su inestimable cooperación.

El material incluido es por tanto en buena parte de valiosa «segunda mano», y queremos agradecer a los editores de otras publicaciones como el Boletín de la AME o la Revista electrónica RAM su disposición y colaboración para poder alojarlos en Divulgameteo, pero algunas de las contribuciones son originales, o al menos la primera versión escrita de conferencias o comunicaciones en congresos. Esperamos que la existencia y crecimiento de esta página también anime a otros autores a utilizarla para difundir sus contribuciones sobre historia de la Meteorología o Meteorología en la historia, dos vertientes del tema que a menudo se solapan sugestivamente. Publicaremos los artículos que nos lleguen con una selección menos exigente que los «peer reviews» de la literatura especializada, aunque procurando mantener un cierto nivel de calidad y de interés para los internautas. Y si es posible, procuraremos que la página se convierta también en un medio de consulta y discusión fructífera sobre el tema (las direcciones de contacto: info@divulgameteo.es y m.palom@telefonica.net).

Desde estas líneas, animamos igualmente a todos los asistentes a esta III Jornada d'Història de l'Astronomia i de la Meteorologia a que naveguen también por el resto de la página web (www.divulgameteo.es), dedicada por entero a la divulgación de la Meteorología y ciencias afines. Aparte de la sección de Historia de la Meteorología –con acceso directo desde la página principal–,

encontrarán en ella diferentes apartados de interés, como la sección Aula Abierta, que incorpora semanalmente una imagen meteorológica con un texto divulgativo, la de Cambio Climático, o las de Artículos y Libros –ambas dentro de la Meteoroteca–, que incluyen también información diversa de interés histórico. La página se completa con las distintas contribuciones del autor de la misma y coautor del presente artículo –José Miguel Viñas– en el campo de la divulgación de la Meteorología, tanto en RNE como a través de sus libros, artículos y conferencias.

Finalmente he aquí una relación del material publicado hasta la fecha –octubre de 2009–; casi 90 artículos, comunicaciones y transcripciones, ordenados con una clasificación ciertamente discutible:

Instituciones, organismos, observatorios, monumentos

- *La representación de los vientos en el claustro de la catedral de Pamplona. Notas para su estudio*, María Dolores Llorens González.
- *Las observaciones climatológicas en el observatorio de Cartuja (Granada) 1902 – 2000*, José A. Esquivel Guerrero.
- *Daroca, 100 años de observación*, Yolanda Jiménez Sánchez.
- *El antiguo observatorio meteorológico de la universidad de Zaragoza y el escudo de Aragón*, José María Cuadrat.
- *Francisco Hernández y su serie climatológica de Reinosa (1911 - 1975)*, VV.AA.
- *Historia del observatorio atmosférico de Toledo*, Fernando Aranda Alonso.
- *Primeros pasos del servicio meteorológico español hace 120 años*, Manuel Palomares.

Historia de la ciencia y las técnicas meteorológicas (antes del siglo XIX)

- *Primeras teorías meteorológicas en occidente (siglos V y VI aC)*, Carlos Rincón Melero Colón y Urdaneta, descubridores de los anticiclones del Atlántico y el Pacífico, Alberto Linés Escardó.
- *La predicción del tiempo en el Siglo de Oro español*, Carmen Gozalo de Andrés (autora de algunos de los escritos más curiosos e interesantes sobre historia y meteorología).
- *La predicción del tiempo con «barómetros vivientes». Sanguijuelas, ranas y misgurnos, predictores caseros del tiempo en los siglos XVIII-XIX*, Carmen Gozalo de Andrés.
- *José Acosta y Leonardo Torriani, dos personalidades sobresalientes de la meteorología en tiempos de Felipe II*, Fernando De Ory / Manuel Palomares.
- *Teoría Kepleriana del Arco Iris*, R. O. Barrachina.
- *Teoría de los Alisios durante la Ilustración*, Joaquín Pelkowski.
- *Los albores de la electricidad atmosférica en las calendas de Benjamin Franklin*, Joaquín Pelkowski.
- *Primeras observaciones meteorológicas instrumentales realizadas en La Habana al paso de un ciclón tropical*, Luis Ramos Guadalupe.
- *La escala Fahrenheit de temperatura (°F)*, Gerardo M. Antón Fos.
- *Evangelista Torricelli: de la bomba de agua a la invención del barómetro*, Justo R. Pérez.
- *Blaise Pascal. De la primera calculadora a la presión hidrostática de la mano de un renombrado filósofo*, Justo R. Pérez.

- *Toricelli, Pascal y el problema del vacío*, Egidio Festa (traducción del italiano al castellano de Joaquín Gutiérrez Calderón).
- *El Escorial y la meteorología*, Alberto Linés Escardó.
- *El barómetro y los proyectos meteorológicos de la ilustración: el caso español*, Víctor Guijarro.
- *La climatología histórica en el marco geográfico de la antigua monarquía hispana*, Mariano Barriendos.
- *Medicina y clima en la España del siglo XVIII*, Horacio Capel.

Historia de la ciencia y las técnicas meteorológicas (siglo XIX)

- *Luke Howard, el primer hombre que puso nombre a las nubes*, Ernesto Rodríguez Camino.
- *Telégrafos y meteorología*, Sebastián Olivé.
- *La regeneración de la astronomía y la meteorología españolas: Augusto Arcimis (1844 – 1910) y el institucionismo*, Aitor Anduaga Egaña.
- *«Apreciaciones» que hicieron historia*, Luis Enrique Ramos Guadalupe.
- *Prólogo a los ensayos de un precursor y un alarife de la predicción moderna del tiempo*, Joaquín Pelkowski.
- *Francisco León Hermoso, alias «Noherlesoom» (1843-1897)*. El primer «hombre del tiempo» en España, Manuel Palomares y Francisco Martín.
- *La teoría del clima y su función dentro del sistema uniformitarista de Charles Lyell*, Encarna Cabezas.
- *El uso de los diarios de navegación como instrumento de reconstrucción climática. La marina catalana del siglo XIX*, Marc J. Prohom Duran.
- *El uso de instrumentos científicos en los primeros vuelos aerostáticos tripulados*, Juan Alberto Molina García.
- *La «Ley de Giro» (Drehungsgesetz) de Dove (1827) y el nacimiento de la dinámica atmosférica en Alemania*, David Carramolino.

Historia de la ciencia y las técnicas meteorológicas (siglo XX)

- *Sondeos de la atmósfera con globos y cometas a principios del siglo XX*, Juan Miguel Suay Belenguer.
- *La meteorología y la radioafición española en sus comienzos*, Isidoro Ruiz-Ramos y G^a-Tenorio.
- *Astrometeorología: intento de reformulación científica en el siglo XX*, José Luis Pascual Blázquez.
- *Josep M. Jansá Guardiola: notas biográficas*, Jaime Miró-Granada y Gelabert.
- *Inocencio Font Tullot (1914-2003)*, Antonio Noblejas.
- *Biografía científica del físico y meteorólogo español Mariano Doporto Marchori (1902-1964)*, Aitor Anduaga.
- *Semblanzas de Mariano Doporto*, Manuel Palomares.

- *El descubrimiento de la estratosfera*, Francisco Martín León.
- *Primer centenario de las observaciones aerológicas en Canarias*, Fernando de Ory Ajamil.
- *Semblanzas de Vilhelm Bjerknes y su legado. Capítulo 1: Una vocación tardía*, Manuel Palomares.
- *La escuela noruega de meteorología: una ojeada retrospectiva*, Manuel Puigcerver.
- *La contribución de la Sociedad Astronómica de Barcelona en la difusión de las observaciones meteorológicas en Catalunya (1910-1923)*, Marc J. Prohom Duran.

Historia de la ciencia y las técnicas meteorológicas (varias épocas)

- *La meteorología desde el nuevo testamento hasta nuestros días*, Pello Zabala.
- *Insolación terrestre en la meteorología teórica: de Halley a Milankovitch*, Joaquín Pelkowski.
- *El clima: factor de diferenciación espacial. Divisiones regionales del mundo desde la antigüedad al s. XVIII*, Jorge Olcina Cantos.
- *El arte de conocer el tiempo*, José Amestoy Alonso y José Amestoy García.
- *Explicación científica de los fenómenos meteorológicos en la «Regia Sociedad» durante el siglo XVIII*, Leoncio García Barrón.
- *El clima en la historia*, Gustavo Garza Merodio.
- *Los medidores de lluvia en la historia*, Ignacio Del Estal Aparicio.
- *Breve introducción a la historia de la meteorología antigua*, José L. Pascual Blázquez.
- *La teoría de los climas y los orígenes del ambientalismo*, Luis Urteaga.
- *Hablando de almanaques*, Carmen Gozalo de Andrés.

Cooperación internacional en Meteorología

- *150 años de la primera reunión meteorológica internacional*, Manuel Palomares.
- *Semblanzas de los participantes en el 2º Congreso Meteorológico Internacional*, Manuel Palomares.
- *La Organización Meteorológica Mundial*, Jaime Miró-Granada Gelabert.
- *Apuntes para la historia de los años polares internacionales en Cataluña y España*, Josep Batlló.

Obras y artículos clásicos, traducciones y comentarios

- *Traducción de «Los Meteorológicos» de Aristóteles en el Toledo del siglo XII*, Manuel Palomares.
- *Ciclones y tempestades*, Herrmann Von Helmholtz (*Wirbelstürme und Gewitter*, traducción de Joaquín Pelkowski).
- *El problema de predecir el tiempo bajo el punto de vista de la mecánica y la física*, Vilhelm FK Bjerknes, traducción de Joaquín Pelkowski.
- *La meteorología y sus aplicaciones al golfo de Vizcaya*, Manuel Iriondo.

- *La previsión del tiempo. Lo que es. Lo que será*, Ricardo Cirera.
- *La meteorología y los ordenadores electrónicos*, Mariano Medina.
- *Introducción a la meteorología del porvenir, el sol y la predicción del tiempo*, Thomas Moreux.
- *La meteorología en el álbum de LAS MARAVILLAS DEL UNIVERSO*, recopilación de Isidoro Ruiz-Ramos.
- *Pronóstico y terapia en el tratado hipocrático «Sobre los aires, aguas y lugares»*. Unidad del escrito, Juan Antonio López Pérez.
- *La dinámica atmosférica en la Physische Geographie (1756) de Kant*, David Carramolino.

Condiciones meteorológicas y climáticas en la historia, sucesos extraordinarios

- *Las desfavorables condiciones meteorológicas que precedieron al viaje de la Gran Armada contra Inglaterra*, Alberto Linés Escardó.
- *Las condiciones meteorológicas en la navegación de la Gran Armada desde Lisboa a La Coruña*, Alberto Linés Escardó.
- *Adversidades meteorológicas de España en el tiempo de Carlos V*, Alberto Linés Escardó.
- *El mapa del tiempo de una página de la historia*, Alberto Linés Escardó.
- *Los increíbles pronósticos del tiempo que decidieron la conquista de Holanda en las guerras de la Revolución francesa*, Carmen Gozalo de Andrés.
- *El tiempo durante la batalla de Trafalgar (octubre de 1805)*, Denis Wheeler.
- *La meteorología marina en el siglo XII. La conquista de Mallorca*, Jaime Miró-Granada y Gelabert.
- *La Riada, Polán 30 de agosto de 1926*, David López-Rey Lumbreras.
- *Grandes nevadas y percepción de las mismas en Alcoy*, Enrique Moltó Montero.
- *La Valencia de 1885 al descubierto*, Vicente Aupí.
- *La riada de octubre de 1957 en Javea, Análisis meteorológico y climático*, José Ángel Núñez Mora.
- *El Föhn milagros en Baviera de enero de 1704*, Klaus P. Hoinka; Arnold Taffener; Leo Weber.
- *1888, el año pasado por agua*, Carmen Gozalo de Andrés.
- *El tornado de Madrid del 12 de mayo de 1886*, Miguel Gayá.
- *La gran ola de frío de febrero de 1956 en la España mediterránea*, José Ángel Núñez; Carlos Muedra; Vicente Aupí.
- *Crónica de la riada de 1517*, José Ángel Núñez y Jesús Riesco Martín.
- *La crisis climática en el Sahara*, Ignacio Olagüe.
- *Tres referencias al clima urbano de Madrid en la segunda mitad del siglo XIX*, Antonio López Gómez.
- *Cuando el río se helaba: las heladas históricas del Ebro a su paso por Tortosa*, José Manuel Puente.

ASTRONOMIA I METEOROLOGIA A L'ACADÈMIA DE CIÈNCIES DE BARCELONA AL SEGLE XIX

Carles PUIG-PLA
Universitat Politècnica de Catalunya
carles.puig@upc.edu

Paraules clau: *classes d'astronomia, Llorenç Presas, Acadèmia de Ciències de Barcelona, segle XIX*

Astronomy and Meteorology at the Academy of Sciences of Barcelona in 19th century

Summary: Between February 1850 and June 1855, Llorenç Presas i Puig was in charge of the Chair of Astronomy and Meteorology at the Academy of Sciences of Barcelona. For six courses he gave lessons on Saturdays and, thanks to the conservation of some of his notes manuscripts, we know his pupils and also some of the content of courses. Presas also promoted their pupils to participate in the scientific observation of the solar eclipse of 1851 which he organized with the participation of prestigious academic institutions in the city.

Key words: astronomy lessons, Llorenç Presas, Academy of Sciences of Barcelona, 19th century

Introducció

En aquest treball es vol fer una primera aproximació a les classes d'astronomia i meteorologia que durant sis cursos acadèmics (del 1849-1850 al 1854-1855) es van impartir a l'Acadèmia de Ciències de Barcelona. Les anotacions manuscrites —una mena d'apunts-guia per a les classes— del professor que les va impartir, Llorenç Presas i Puig (1811-1875), constitueixen una font primària inèdita fonamental. Sortosament conservats, aquests apunts han estat el principal referent per copsar com era l'ensenyament de l'astronomia a la Barcelona de l'època. Una primera anàlisi revela informació d'interès per a la historiografia de la ciència, i en particular pel que fa a l'ensenyament i l'aprenentatge de l'astronomia a la Catalunya de mitjan segle XIX.

L'Escola d'Astronomia. Establiment de la Càtedra d'elements d'astronomia i de meteorologia teòrica i pràctica

El 22 de setembre de 1849, l'Acadèmia de Ciències de Barcelona va proveir una Càtedra d'Elements d'astronomia i de meteorologia teòrica i pràctica. Cinc dies després va enviar l'ofici corresponent a Llorenç Presas i Puig perquè se'n fes càrrec. Encara no feia dos anys que Presas havia estat elegit membre de la secció de Ciències Físico-matemàtiques de l'Acadèmia (Puig Pla, 1994: 118-119).¹ Era l'acadèmic idoni per impartir els cursos d'aquesta Càtedra, ja que no només tenia coneixements d'astronomia sinó també experiència docent. Des de 1841 i fins a 1845 ja havia impartit classes de geografia astronòmica i física a la Universitat de Barcelona (Puig-Pla, 1996a).

Es conserven notes manuscrites —sovint taquigrafiades— d'aquestes primeres classes que Presas va impartir a la Universitat de Barcelona abans de l'establiment, el 1845, del Pla Pidal, que va introduir una reforma de l'ensenyament a Espanya. El 3 de novembre de 1841 va començar les classes de Geografia astronòmica y física (o Cosmografia i cronologia) amb un programa inicial preparat per Josep Martí i Pradell; aviat, però, va ser reelaborat pel mateix Presas. Així, a partir de 1842 el seu programa es va basar sobretot en el *Tratado de Cosmografía* de Gabriel Ciscar però també en obres d'Antillón, Vallejo, Verdejo, Monlau, Libes, Aragó i d'altres autors.² A la taula 1 es mostra el programa establert a principis de 1842.³

En cursos posteriors va recomanar obres d'Antillón i de Montenegro (curs 1842-1843), va esmentar Aguirre (curs 1843-1844) o va referir-se a Letronne com a autor «de la obra que nos sirve de texto».⁴ Després de Nadal programava sessions de dissertacions i objeccions entre els alumnes i feia que s'estudiessin alguns instruments (quadrant, sextant, octant, nònius...) i es practiquessin mesures goniomètriques. Els diumenges de primavera sortia dues hores amb els alumnes per fer pràctiques i a final de curs tenia lloc una *acadèmia pública*. Entre els seus alumnes hi va haver Josep de Letamendi⁵ (1828-1897), que seria catedràtic de patologia general a Madrid; Vicens Munner (1828-1879), que esdevindria farmacèutic, químic i catedràtic de la Universitat de Granada, i Josep Lluís Pons i Gallarza (1823-1894), que va ser catedràtic d'història i geografia de Palma de Mallorca (Puig-Pla, 2006).

Quant a la docència d'astronomia i meteorologia a l'Acadèmia de Ciències, sabem que Presas va impartir classes durant cinc cursos acadèmics, des del curs 1849-1850 (curs que, de fet, va començar el febrer de 1850) fins al final del curs 1854-1855. Tot i que no tenim una informació exhaustiva sobre aquests cursos, les notes manuscrites disperses que hem pogut recopilar permeten fer-nos una idea de

¹ Llorenç Presas va ser elegit membre de l'Acadèmia el 25 de novembre de 1847 i va prendre possessió el 9 de desembre d'aquell any.

² Com hem mostrat en un altre treball, molt probablement les fonts que va fer servir Presas el 1842 van ser: Gabriel Ciscar: *Tratado de Cosmografía* [tom III. *Curso de estudios elementales de marina*]; François Aragó: *Leçons d'Astronomie*; Isidoro Antillón: *Lecciones de Geografía Astronómica Natural y Política*; José de Mendoza y Ríos: *Colección de Tablas para varios usos de navegación*; Antoine Libes: *Tratado de física completo y elemental* [?]; José Mariano Vallejo: *Manual Geográfico, ó, Compendio de Matemáticas Puras y Mistas*; José Ulanga y Algocín [pseudònim de Juan Nicasio Gallego]: *Manual geográfico, ó, Compendio de la geografía universal para uso de las escuelas y colegios*; Francisco Verdejo Páez: *Principios de geografía astronómica, física y política*; Pere Felip Monlau: *Elementos de Cronología* [sic]; Agustí Yáñez: *Apunts de Presas* [llicions rebudes: història natural; mineralogia i zoologia (?)].

³ Totes les taules són elaboració pròpia de l'autor a partir dels manuscrits.

⁴ Aquesta obra pensem que podria ser el *Curso completo de geografía universal antigua y moderna*.

⁵ A l'Acadèmia pública de 2n any de Filosofia, celebrada el diumenge 2 de juny de 1844, el dissertant va ser Josep de Letamendi i Manjarrés. El tema que va defensar fou *Teoría, construcción i usos de les cartes geogràfiques* i els seus objectors foren quatre dels seus companys de curs: Vicens Munner i Valls, Ildefons Casellas i Planas, Josep Balmane i Suárez i Josep Carcí i Brunet (Puig-Pla, 2006: 1131).

Programa de Llorenç Presas (2n trimestre) 1842	
Cap. 1.	Nociones generales. Elipse y esfera.
Cap. 2.	Nociones de trigonometría esférica.
Cap. 3.	Historia de la Astronomía. El sistema del mundo. Atracción universal. Leyes de Kepler y de Newton. Masas planetarias. Constitución física de todos los planetas y del Sol. De los satélites. Constelaciones.
Cap. 4.	Determinación de las posiciones de los cuerpos celestes.
Cap. 5.	De la Tierra.
Cap. 6.	Fenómenos del movimiento giratorio de la Tierra en tres partes: 1a) Máximo de iluminación, orto y ocaso de los astros. 2a) Diferencia entre las horas de varios lugares. 3a) Alturas, horarios y azimutes.
Cap. 7.	Fenómenos del movimiento de traslación de la Tierra en tres partes: 1a) Días aparente, medio y sidéreo. Ecuación del tiempo y aceleración de las fijas. 2a) Estaciones y zonas. 3a) Años. Evos. Cronología.
Cap. 8.	De la Luna en dos partes: 1a) Fases, eclipses y mes sinódico. 2a) Mareas.
Cap. 9.	Correcciones aplicadas a las alturas de los astros.
Cap. 10.	Resolución de problemas para determinar la latitud y longitud por diferentes caminos.

Taula 1.

l'horari de les classes, del tipus d'alumnes que es van matricular, dels continguts, d'algunes de les fonts que va fer servir el professor, així com del nombre d'alumnes matriculats.

El primer curs d'Astronomia (febrer-juny 1850)

El curs es va impartir els dissabtes. Es va iniciar el 15 de febrer de 1850 i es va cloure el 8 de juny següent. Coneixem els alumnes matriculats que van «guanyar curs» —segons l'expressió de l'època— gràcies a la notificació que el 24 de juny de 1850 el catedràtic va signar (taula 2)⁶.

⁶ «Lista de los alumnos matriculados y que han ganado curso en la cátedra de elementos de Astronomía y de Meteorología teórica y práctica, que por primera vez dió el profesor que subscribe, habiéndosela proveído la academia de ciencias naturales y artes de esta ciudad en 22 de setiembre del año último, y oficiado en seguida á su socio residente en 27 de dichos mes y año. El curso empezó en 15 de febrero y concluyó en 8 de junio de este año, dando una lección todos

CURS 1849-1850	
Nom de l'alumne	Edat i lloc de naixement
Eduard GIBERGA I GIBERT	(15 anys) Barcelona
Josep JULIÀ I CODINA	(17 anys) Sant Boi
Tomàs RODÉS I ROCA	(17 anys) Barcelona
Josep Antoni OBRADORS i PO Francisco/Poch?	(19 anys) Barcelona
Antonio YÁÑEZ I FERNÁNDEZ	(28 anys) Galícia
Claudi CARULLA I HERP	(17 anys) Barcelona
Eduard MINGUELL I TEY	(17 anys) Barcelona
Emili MINGUELL I TEY	(15 anys) Barcelona
Ricard VENTOSA I TRIAS	(17 anys) Barcelona
Frederic ORIACH I ROS	(21 anys) Barcelona
Felip FONT I CASAS	(23 anys) Barcelona
Felip CLARET I PARERA	(17 anys) Barcelona
Antoni CORRONS I AMAT	(20 anys) Barcelona

Taula 2.

Hi havia un alumne, Josep Julià i Codina, el qual, igual que Llorenç Presas, era de Sant Boi; un altre, Francisco Antonio Yáñez y Fernández, era de Galícia. Tret dels dos esmentats, tots els altres eren naturals de Barcelona. Aquests 13 alumnes tenien edats compreses entre 15 i 28 anys amb una mitjana d'edat de 18,7 anys. No tenim localitzada, de moment, cap més dada sobre aquest primer curs.

El segon curs, 1850-1851

En el segon curs d'astronomia que es va impartir es van matricular també 13 alumnes⁷ (vegeu taula 3). Val a dir que dos d'ells, Francisco Antonio Yáñez i Felip Claret, ja havien «guanyat el primer curs» però, tot i així, van tornar a matricular-se. Els noms dels alumnes matriculats, amb la grafia original, s'indiquen a la taula 3.

Si deixem de banda un dels alumnes, Antoni Maria Morera, de qui no coneixem l'edat, la mitjana d'edat dels alumnes va augmentar aquest segon curs a 22,8 anys. A més, els alumnes ja no eren com en el primer curs majoritàriament de Barcelona. No tots van «guanyar curs», quatre no ho van fer (Antoni Maria Morera, Manuel Vicens, Josep Vilanova i Gaspar Vilaplana). Entre els alumnes hi trobem

los sábados de cada semana». Vegeu Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB), Cátedras 2.4.3.3, Caixa 166.1.

⁷ RACAB, Cátedras 2.4.3.3, Caixa 166.1.

CURS 1850-1851	
Nom de l'alumne	Edat i lloc de naixement
Francisco Antonio YÁÑEZ I FERNÁNDEZ	(29 anys) Galícia
Antoni Maria MORERA I COLOM	(?) (?)
Antoni TORRES I NICOLÀS	(19 anys) Barcelona
Joaquim PUJOL I SAGRISTÀ	(16 anys) Barcelona
Manuel VICENS I SELLÉS	(32 anys) Barcelona
Josep VILANOVA I RIUS	(18 anys) Reus
Joaquim PARELLADA I BOSCH	(27 anys) Viladecans
Miquel PUIG I BANCHS ⁸	(20 anys) Sant Boi
Felip CLARET I PARERA	(18 anys) Barcelona
Ramon JORDÀ I REIXACH	(20 anys) Rufià ⁹ (Girona)
Gaspar VILAPLANA I PIJOAN	(20 anys) Prat de Llobregat
Bonaventura ANGLADA I SADERRA	(27 anys) Vic
Francisco SITJAR I SIMON	(28 anys) Ribas ¹⁰ (Girona)

Taula 3.

un familiar de Presas, Joaquim Parellada,¹¹ i altres que serien alumnes de Presas el curs següent a la nova Escola Industrial de Barcelona: Joaquim Pujol i Josep Vilanova (Puig-Pla, 1996a o b: 177-179).

Val a dir que en unes notes manuscrites de Presas, a més dels alumnes esmentats, apareix un nom, Francesc Balleró i Madriguera, que està ratllat (possiblement perquè al final no es deuria matricular) i, al final de la llista, trobem un tal Trinitat Carpintiés i Xaumà de 20 anys de Fix [Flix?] (Tarragona) com a 14è alumne matriculat. Aquest, però, no apareix en l'informe de final de curs de Presas conservat a l'Acadèmia. A banda dels alumnes matriculats, hi van assistir també alumnes oients, perquè Presas en va deixar constància.¹²

Les classes van començar el 12 d'octubre, dia en què el catedràtic va matricular i va explicar poc. Pràcticament totes les classes van dedicar-se a l'astronomia, tret de les dues primeres classes del

⁸ A Miquel Puig se li va fer una certificació sobre aquest curs —que deuria d'haver sol·licitat—, amb data de 18 de gener de 1862 (RACAB, Cátedras 2.4.3.3, Caixa 166.1).

⁹ Sabem que era de Rufià. Vegeu RACAB, Fons Llorenç Presas (FLP), lligall 44. Del Fons Llorenç Presas s'ha n'ha fet referència com a ALP (Arxiu Llorenç Presas) en algunes publicacions anteriors de l'autor. La numeració dels lligalls correspon a la primera classificació que l'autor d'aquest treball va fer del FLP a la dècada de 1990.

¹⁰ Francesc Sitjar era de Ribes (RACAB, FLP, lligall 44).

¹¹ Aquest Joaquim Parellada i Bosc pensem que era el cunyat de Llorenç Presas. Era de Viladecans com Rosa Parellada i Bosc, la dona de Presas.

¹² RACAB, FLP, lligall 44.

ALGUNS TEMES TRACTATS AL SEGON CURS (1850-51)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observacions (Lluna, Venus) ▪ Càlculs (aplatament de la Terra) ▪ Òptica (instruments, l'ull...) ▪ Qüestions trigonomètriques ▪ Equivalències d'unitats ▪ Augments del telescopi ▪ Descripció del teodolit ▪ Observació d'estels (coordenades) ▪ Determinació de la meridiana ▪ La paral·laxi ▪ Catàleg d'estels ▪ Fenòmens de centelleig ▪ Medis travessats per la llum ▪ Primes, espectre de la llum ▪ Sistema de Fresnel per a l'enllumenat de fars ▪ Teoria del fenomen d'interferència ▪ Teoria de les capes atmosfèriques ▪ La Via Làctia ▪ Sortides i postes de sol (i estrelles) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Declinacions ▪ Any tròpic; any sideral ▪ Determinació dels punts equinoccials ▪ Pèndols ▪ Traçar l'eclíptica ▪ Precessió dels equinoccis ▪ Velocitat relativa del Sol (mov. anual) ▪ Kepler ▪ Transportador d'angles ▪ Taques solars ▪ Naturalesa del cos del Sol ▪ Planetes inferiors (elongació, passos pel disc solar...) ▪ Planetes superiors ▪ Lluna (constitució, eclipsis...) ▪ Aeròlits, asteroides ▪ Marees ▪ Calendari ▪ Meteorologia (dues darreres classes)

Taula 4.

darrer mes lectiu (dies 7 i 14 de juny) que les va dedicar a la meteorologia. El dia 21 d'aquell mes no hi va haver classe a causa de les processons del Corpus i el 28 de juny de 1852 es van acabar les classes. En total van tenir lloc 32 sessions.¹³ Les anotacions dels apunts conservats permeten fer-nos una idea del programa que es va seguir. Alguns dels temes abordats a classe els hem reflectit a la taula 4.

Cal destacar, potser, que en la classe del 17 de maig de 1851 Presas va parlar dels eclipsis. No hem d'oblidar que l'any 1842, Presas havia estat comissionat per la Universitat de Barcelona per anar a Perpinyà a observar l'eclipsi de Sol al costat de Francesc Aragó a qui va conèixer personalment. Així, les anotacions referents a aquesta classe de 1851, tot i ser molt breus i sintètiques, tenen un interès històric addicional com a observador directe que va ser d'aquell eclipsi que havia tingut lloc quasi nou anys abans i sobre el qual va deixar escrit:

¹³ RACAB, FLP, lligall 44.

Fenómenos que se observaron en el eclipse del 8 de julio de 1842

Una peluca mal peinada¹⁴

Empezó a las 7h [de la] mañ[an]a t[tiemp]o medio de B[arcelon]a ó París y tuvo 59" de duración. Fenómeno singular protuberancias violáceas de forma de medio huevo cuya nat[uralez]a fue imposible determinar. - Se ha dicho eran las montañas del sol de 11 mil leguas. Otros doble y otros de solo 189 leguas.

Efectos sobre los animales y el hombre en particular y los vegetales.

La llista d'alumnes d'aquest curs ens aclareix una llacuna historiogràfica relacionada amb un altre eclipsi, l'eclipsi total de Sol del 28 de juliol de 1851. A Barcelona, aquest eclipsi es va observar com un eclipsi parcial. De la destacada observació feta a Barcelona on es van enregistrar sis imatges daguerreotípiques ens n'hem ocupat en un altre treball (Puig Pla, 1995). L'equip d'observadors, sota la supervisió de Presas, estava distribuït en dues estacions científiques: Montjuïc i la Ciutadella. Doncs bé, de la cinquantena llarga d'observadors que havíem pogut localitzar no quedava clar qui eren o per què hi eren alguns d'ells. Ara sabem que cinc d'aquells observadors eren estudiants de l'Escola d'Astronomia de Barcelona.¹⁵ Tots ells s'havien matriculat aquell curs de 1850-1851 tret d'un, Tomàs Rodés, que ho havia fet, però, el curs anterior.

Sabem que a l'estació d'observació de Montjuïc Joaquim Parellada i Miquel Puig es van encarregar de controlar els registres dels termòmetres —Reaumur i Centígrade— i Antoni Torres, de les dades del cronòmetre. Pel que fa a l'estació de la Ciutadella, Tomàs Rodes va ser assignat a l'aparell de Daguerre i Felip Claret —alumne que s'havia matriculat també el curs anterior— va ser un altre dels observadors, tot i que no tenim informació sobre la seva ocupació específica.

El tercer curs, 1851-1952

Aquest curs va coincidir amb l'obertura de la nova Escuela Industrial Barcelonesa. Llorenç Presas va impartir classes en aquesta Escola on algun dels seus antics alumnes d'astronomia de l'Acadèmia s'hi va matricular, com ja hem esmentat. Presas va llegir una memòria sobre l'aerostació a l'Acadèmia de Ciències el 12 d'octubre del 1851 (Presas, 1858 i s.: 211) en una sessió pública o *Acadèmia pública*. Poc després, el dissabte 25 d'octubre, va tenir lloc l'obertura del curs. Presas esmenta que es van presentar pocs alumnes. Realment deuria ser així ja que quan a la fi de curs, el 15 de juliol de 1852, presentava la llista dels alumnes que havien guanyat el curs només n'apareixien tres (vegeu taula 5).

Josep Puig i Llagostera va ser, alhora, un alumne inscrit a l'Escola Industrial on cursava, també amb Presas, Mecànica Pura i Aplicada aquell mateix curs (Puig-Pla, 1996b: 176 i 180-183). Com és sabut, aquest jove de setze anys esdevindria un personatge controvertit i molt singular en el panorama industrial i polític de la segona meitat del segle XIX (Izard, 1979; Dorel-Ferré, 1992).

Les classes no van començar de seguida perquè els dos primers dissabtes de novembre no hi va haver classe; el primer dissabte va coincidir amb la festivitat de Tots Sants (1 de novembre) i el següent (8 de novembre) va tenir lloc una Comissió d'Agrimensors a la qual va assistir el professor. Val a dir

¹⁴ El subratllat correspon a l'original.

¹⁵ Fem servir la denominació *Escola d'Astronomia* utilitzada pel mateix Llorenç Presas.

CURS 1851-1852
Nom dels alumnes
Magí FABREGAT I DUC
Josep PUIG I LLAGOSTERA
Joan MARTÍ I CANTÓ

Taula 5.

que l'estiu de 1849 Presas havia estat nomenat examinador d'agrimensors (Puig Pla, 1994: 103; Nadal *et al.*, 2006: 67), per això va anotar «fiesta» (és a dir, que no hi va haver classe).¹⁶

Així, la primera lliçó es va endarrerir fins al 15 de novembre. De les breus notes manuscrites que tenim de Presas,¹⁷ i que li deuriem servir de recordatori de dades, podem deduir que en aquesta primera lliçó va parlar, i en aquest ordre, de les característiques de la Terra, la Lluna, el Sol, Mercuri, Venus, Mart, Júpiter, Saturn i Urà per acabar amb la llei de Bode i algunes idees sobre els cometes i les estrelles (Figura 1).

En relació amb la Terra les notes indiquen que va parlar del seu aplanament i de la diferència de radis a l'equador i al pol. Va comparar les masses de la Terra i el Sol i va indicar la densitat d'aquest darrer tot seguint Cavendish. També es va ocupar del moviment de la Terra entorn del Sol cada 365 dies i un quart.

Quant a la Lluna, va assenyalar el seu gir entorn a la Terra en 27 dies i mig; l'equivalència entre 23 milions de llunes i el Sol, la reducció del pes dels éssers humans, que seria de 2/10 el pes a la Terra; l'existència de muntanyes més elevades que les d'Europa i «que els incrèduls poden veure amb telescopis»; l'absència de mars, aigua i aire, i la consideració que «si hi ha éssers orgànics són diferents dels nostres». També va relacionar la Lluna amb les marees i va indicar que a la Lluna no tenen lloc els nostres fenòmens atmosfèrics. Va explicar la qüestió dels aeròlits i va relacionar els núvols de la Terra amb l'observació cendrosa de la Lluna.

En relació amb el Sol va anotar «arregla nuestro movimiento y estaciones». Es va referir a la distància del Sol a la Terra com a 24.000 radis terrestres. Observà que a l'hivern la Terra es troba més a prop del Sol; que el seu volum és 1.326.480 vegades el de la Terra; que si el Sol coincidís amb el centre de la Terra aniria una vegada més enllà que l'òrbita de la Lluna; que la densitat del Sol és 1,3;¹⁸ que si s'estudia la seva constitució física amb el telescopi es veu que gira en 25 dies i mig. Va referir-se a la teoria de la naturalesa del Sol i va parlar de: «cuerpo oscuro, envuelto con atmósfera luminosa y entre el núcleo y la atmósfera hay otra atmósfera nebulosa como un tiempo de tempestad».¹⁹

Quant a la possibilitat que existissin éssers vius en el Sol, afirmava: «habitantes sí los hay ó puede haberlos, por no ser materia candente». També feia referència al fet que en el Sol pesaríem 28

¹⁶ Sobre Presas com a cartògraf vegeu Muro *et al.*, 2005 i Nadal *et al.*, 2006.

¹⁷ Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB), Fons Llorenç Presas (FLP), lligall 10.

¹⁸ A les notes no indica unitats en referir-se a la densitat.

¹⁹ L'escriptura no sempre és fàcil de desxifrar.

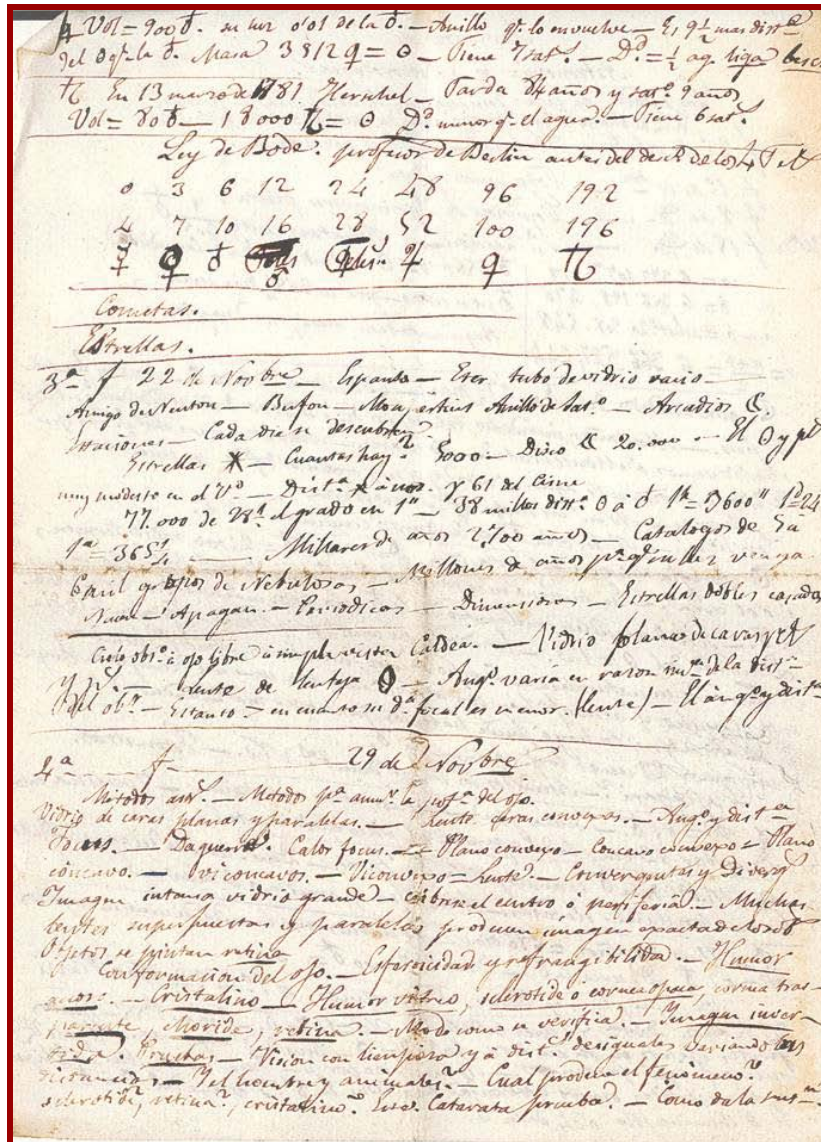


Fig. 1. Manuscrit de Llorenç Presas del curs 1851-1852 (RACAB, FLP, lligall 44).

vegades el que pesem a la Terra. A la pregunta sobre si el Sol s'apagaria contestava que «atendidos los nuevos descubrimientos, no».

Algunes de les dades anotades per Presas en relació amb el planeta Mercuri van ser: que el seu volum era 0,1 el de la Terra; que girava a l'entorn del Sol en 3 mesos; tenia altes muntanyes i set vegades més calor; la seva densitat era 13 vegades la de l'aigua (i igual a la del Mercuri).

Pel que fa a Venus esmentava que el seu volum era 0,95 vegades el de la Terra i que, per tant, era anàleg al de la Terra; que presentava fases i tenia una densitat propera a la de l'aigua. Presas va anotar «Galileu»²⁰ i va indicar que Venus té muntanyes elevades i una atmosfera semblant a la nostra.

Quant a Mart assenyalava el seu període d'uns dos anys, 686 dies, i que «no [presenta] cuernos sino la caída de nieve en sus polos»; que tenia un volum 0,2 vegades el de la Terra i una densitat

²⁰ Potser va fer referència al fet que Galileu ja va observar aquest planeta, va veure les seves fases, etc.

propera a la del nostre planeta; el comparava amb el Sol i indicava que uns 2.700.000 marts serien com el Sol.

També feia esment dels asteroides Vesta, Juno, Ceres i Palas, els denominats, llavors, planetes telescòpics (Presas només escriu «*Telescòpicos*»). Va anotar que el dia 1 de gener de 1800 [sic] Piazzì els va descobrir.²¹

Respecte de Júpiter, les dades que indicava eren: el seu període de 12 anys; la distància al Sol que era 5,2 vegades la de la Terra; el seu volum que era 1.470 cops el de la Terra; que girava en 9 hores i 55 minuts; que tenia vents forts alisis en el seu equador; que el Sol era 1.050 vegades Júpiter i tenia una densitat una mica més gran que la de l'aigua. També va apuntar que allà pesariem dues vegades i mitja el que pesem aquí; que Júpiter no era lluminós per ell mateix i tenia fases no visibles. Va fer referència als eclipsis dels seus satèl·lits i va parlar de la velocitat de la llum. Va assenyalar que en 8 min i 13 s la llum del Sol arriba a la Terra.²²

Per a Saturn les característiques que va donar foren: un volum de 900 vegades el de la Terra; una lluminositat que era 0,01 la de la Terra; l'existència d'un anell que l'envoltava; que era 9,5 vegades més distant del Sol que la Terra; que la massa del Sol era 3.912 vegades la de Saturn; que tenia set satèl·lits i que la seva densitat era la meitat de la de l'aigua.

Quant al darrer planeta, Urà, Presas igual que va fer amb tots els altres planetes no va escriure als apunts el nom «*Urano*» sinó el símbol, però sabem que l'anomenava Hershel.²³ Explicava que el 13 de març de 1781 Hershel l'havia descobert i que el seu període orbital era de 84 anys; indicava que el seu volum era 80 vegades el de la Terra i que 18.000 planetes com Urà equivalien al Sol; que tenia una densitat menor que la de l'aigua i se li havien descobert 6 satèl·lits.

Va explicar també la llei de Bode precisant que era un professor de Berlín i que va descobrir la llei abans de la descoberta dels quatre planetes telescòpics (asteroides): Finalment, tot i que no sabem quina mena d'informació deuria donar, també va parlar (o preveia parlar) de cometes i estels.

A banda d'aquesta primera lliçó que hem comentat, del curs 1851-1852 només disposem d'algunes notes sobre les tres classes següents impartides els dies 22 i 29 de novembre i 6 de desembre. En elles va abordar l'estudi dels estels, l'estimació del seu nombre, les distàncies a nosaltres i la seva catalogació. Va dissertar sobre els grups de nebuloses, el temps que triga la llum en arribar-nos i sobre els estels dobles. Dedicà un temps a la manera d'observar els estels i els mètodes per augmentar «la potència de l'ull». Va introduir conceptes d'òptica tot revisant els tipus de lents. Va explicar el funcionament de l'ull i les seves parts així com alguns fenòmens fisiològics relacionats. Va analitzar la ullera de llarga vista (objectiu, ocular, focus...), el nombre d'augment i els telescopis. En aquestes classes va fer esment a algunes contribucions de científics com Galileu, Mariotte, Newton, Hershel, Huygens, Pascal, Dollond, entre d'altres.

²¹ El monjo sicilià Giuseppe Piazzì (1746-1826) va ser director de l'Observatori de Sicília i va anar a estudiar a França —París— amb Lalande i a Anglaterra amb Maskelyne. L'1 de gener de 1801 va observar un cos de magnitud 8 que canviava de posició: era Ceres.

²² Presas també va escriure que «el Sol il·lumina només 0,04 de la Terra».

²³ El planeta Urà, descobert per Friedrich Wilhelm Hershel, va rebre inicialment el nom de *Georgium Sidus* (l'estrella de George). L'astrònom francès Joseph Lalande va proposar anomenar-lo Herschel en honor al seu descobridor i, finalment, l'astrònom alemany Johann Elert Bode va proposar el nom d'Urà.

CURS 1853-1854
Nom dels alumnes
Joaquim FORS I PUIG
Antoni OLIVER I PI
Josep SALVADÓ I FONT
Onori BOSCH I FIGARÓ
Eugenio BAYONA I MARQUES
Josep VILA I RETANA
Antoni CASANOVAS I CASTAÑAR

Taula 6.

El quart curs, 1852-1853

Del quart curs, ara per ara, és del que en tenim menys informació. Sabem que l'Acadèmia va anunciar l'obertura de diverses classes del curs 1852-1853 i pel que fa a les d'Astronomia i Meteorologia indicava:²⁴

Elementos de Astronomía y de Meteorología los sábados de 11 à 12 de la mañana.
Profesor D. Lorenzo Presas Calle de S. Pablo nº 22 cuarto 3º.

El cinquè curs 1853-1854

Disposem d'uns fulls manuscrits on sembla apuntar-se que el curs es va iniciar el 17 d'octubre de 1853. El 10 de juny de 1854 va ser la darrera classe. Una llista en els apunts de Presas de 1853-1854 indica que tenia com a alumnes els que apareixen a la taula 6.²⁵

Les notes de Presas deixen constància que, a més de les classes teòriques, va proposar problemes diversos com ara: càlcul de coordenades de diversos astres (ascensions rectes, declinacions, azimuts, altures...), latituds de llocs, hores de pas d'estels per la meridiana, hores de sortida i de posta, problemes de trigonometria plana i esfèrica o qüestions relacionades amb els rellotges de Sol.

²⁴ A més de les classes d'Astronomia i Meteorologia, també s'anunciava que s'obririen les classes de: *Matemàtiques pures* (1r i 2n any a càrrec de Marià Maymó i Fernando Rodríguez Alcántara, respectivament, tots els dies lectius de 12 h a 13 h; *Geografia amb elements de cronologia*, els dilluns i dijous de 12:30 h a 13:30 h, classe impartida per Marià Maymó; *Química industrial*, dilluns, dimecres i divendres de 7 h a 8 h del matí, a càrrec de Francesc Doménech del qual l'Acadèmia assenyalava que: «el mismo profesor dará seis lecciones en los días 19, 21, 23, 24 [podria ser 25, no queda clar al manuscrit], 27, 29 de 7h a 8h de la mañana acerca de las aplicaciones de la electricidad para la producción de luz». Apareixen les adreces dels professors i també s'esmentava que «las demás clases que se abran se anunciarán oportunamente» (RACAB, Cátedras 2.4.3.3, Caixa 166.1).

²⁵ RACAB, FLP, lligall 44.

CURS 1854-1855
Nom dels alumnes
Roque GALARZA I VALLÉS
Joaquim FORS
Antonio OLIVER
Agustí VILA
Esteve VERGES
Francesc DINADER
[MODELELL]

Taula 7.

En acabar el curs, el juliol de 1854, Presas, per encàrrec de l'Acadèmia, va confrontar les taules que José de Mendoza Ríos havia publicat a Espanya i les que havia publicat a Anglaterra amb les que els professors de l'Escola de Nàutica de Barcelona Ezequiel Calbet i Josep Bonet van publicar el 1851 (Calbet & Bonet, 1851). Aquestes taules volien facilitar els càlculs de l'astronomia nàutica i ser útils en la navegació per calcular la latitud d'un vaixell al mar.

El sisè i darrer curs, 1854-1855

La primera lliçó del darrer curs va tenir lloc el dissabte dia 11 de novembre de 1854. A les notes de classe apareix com a «autor» (és a dir l'autor que deuria seguir Presas) Francesc Aragó. Una anotació en aquests apunts —que data de novembre de 1854— indica com a matriculats sis estudiants; tot i que una mica més apartat d'aquests apareix el cognom Modolell, que suposem que seria un altre alumne (taula 7).²⁶

No podem estendre'ns aquí a detallar aquest curs, però sí que volem destacar alguna dada innovadora. Ens referim a la classe del dissabte 14 d'abril de 1855 que es va dedicar a la *Constitución física de la Luna. Aerólitas ó Asteroides. Piedras del rayo*. L'any anterior, Joaquim Balcells, el primer professor de Física experimental aplicada a la indústria a l'Escola Industrial de Barcelona, havia publicat una obra trilingüe (francès, castellà i anglès): *Lithología meteórica* (Balcells, 1854). L'obra estava dedicada als aeròlits i també als asteroides amb un apèndix sobre la teoria selenogràfica.²⁷ Presas s'havia interessat pels fenòmens atmosfèrics i també pels aeròlits, ell mateix va cercar informació sobre un aeròlit caigut a Vilanova i la Geltrú el 5 de novembre de 1851 a les 16 h 45 min (Presas, 1848-1874). Va comentar la llavors recent publicació de Balcells a classe com es desprèn de les seves anotacions:²⁸

²⁶ RACAB, FLP, lligall 44.

²⁷ En aquesta obra Balcells apareix com a «profesor de ciencias naturales en la escuela industrial de Barcelona». Sobre Joaquim Balcells vegeu també Puig-Pla & Sánchez Miñana, 2008.

²⁸ RACAB, FLP, lligall 44.

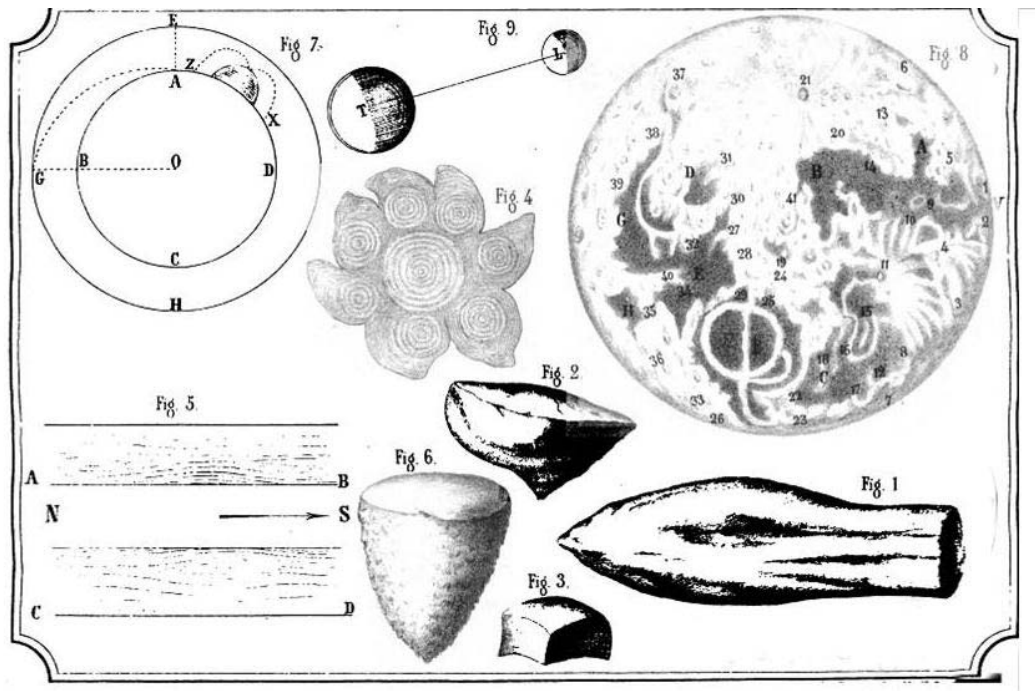


Fig. 2. Il·lustració de la *Lithologia meteórica* de Joaquim Balcells. L'aeròlit al qual fa referència Presas i que va dibuixar a les seves notes és el que correspon a la figura 6

Acerca lo que Balcells cuenta de la piedra del rayo que en[contró] [en] el pueblo de Horta &

Elevaciones o flujos aéreos de 6 a 20 mil metros dice Balcells

«Velocidad de las aerolitas 2 mil metros por segundo.»

Página 53 Balcells - *Lithología meteórica* en 1854

Dice: De nada serviría el poner en duda la existencia y formación de las piedras del rayo puesto que hay hechos evidentes que lo justifican y contra estos de nada sirven pruebas negativas e hipotéticas. En primeros de setiembre de 1850 me participó el mayordomo de una fábrica cercana a Barcelona en el pueblo de Horta haber caído un rayo en el verano pasado a poca distancia de un paisano en un campo cuya tierra era arcillosa y en el cual no había piedra alguna. Habiendo reparado el punto superficial donde había parado la descarga eléctrica, pasado el primer asombro, tuvo la curiosidad de registrar aquel punto y encontré un hoyo perfectamente circular de unos tres decímetros de diámetro en cuyo fondo a cosa de halló una piedra de forma cónica, de superficie convexa muy áspera tal como está representada en la figura 6 [aquí Presas va fer un dibuix (vegeu figura 2)] peso específico 8.12. Análisis...80 granos óxido rojo de hierro, 44 granos alúmina, 36 sulfuro ferroso, 30 carbonato calizo.²⁹

²⁹ Efectivament el text correspon a l'obra de Balcells (Balcells, 1854: 53-54) com es pot comprovar, i l'anàlisi reflectida per Presas és el resum del que indica Balcells.

Càtedra d'Astronomia i Meteorologia (RACNAB)	
Cursos impartits	Nombre de matriculats
Curs 1850	13
Curs 1850-1851	13
Curs 1851-1852	3
Curs 1852-1853	?
Curs 1853-1854	7
Curs 1854-1855	6 (o 7)

Taula 8.

El dia següent, que era diumenge (15 d'abril), Presas va deixar per escrit una hipòtesi seva sobre la «pedra del raig»:

La descarga eléctrica en su gran concentración de calórico es capaz de fundir y conglutinar las primeras materias térreas que encuentra y presentar una masa compacta de forma de saeta más o menos gruesa según sea la descarga eléctrica.³⁰ Yo creo que no es difícil hacer una prueba con nuestras máquinas comunes con tal que tenga la mayor potencia posible.

Ayer lo indiqué a mis alumnos de la Escuela de Astronomía en la Academia de Ciencias y no les pareció mala teoría. Hay un hecho de ser poco profunda la tal piedra del rayo ó formada por el rayo en las materias que haya a su paso.

Otra prueba pienso hacer para probar mi teoría y es tomar tierra de dicho campo y analizarla y comparar su resultado con el de Balcells en la citada piedra del rayo.

El 9 de juny de 1855 va impartir la darrera lliçó —l'única dedicada a la Meteorologia— d'aquesta Càtedra d'Astronomia i Meteorologia de l'Acadèmia de Ciències de Barcelona.

Consideracions finals

Llorenç Presas i Puig va contribuir a difondre l'ensenyament de l'astronomia a Barcelona en dues etapes diferenciades: una primera, on l'astronomia es veia de forma parcial, a les classes de Geografia astronòmica i física a la Universitat de Barcelona (1841-1845), i una segona a la que ell anomenava *Escola d'Astronomia*. En aquesta Escola o Càtedra d'Astronomia i Meteorologia de l'Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona va fer classes durant sis cursos acadèmics, des del febrer de 1850 fins al juny de 1855.

³⁰ El subratllat és de Presas.

A l'Acadèmia de Ciències, Presas va elaborar un programa d'astronomia basat en el que ja havia preparat a la Universitat de Barcelona, a partir de fonts diverses, i en particular es va inspirar en l'obra de Francesc Aragó. A les classes de l'Escola d'Astronomia, impartides els dissabtes, a més de divulgar coneixements teòrics i proposar problemes astronòmics que els alumnes havien de resoldre mitjançant càlculs matemàtics, també va promoure observacions científiques de fenòmens astronòmics. Cal destacar l'observació de l'eclipsi de Sol de 1851, organitzada per Presas i en la qual es feren enregistraments de daguerreotips. En aquesta observació hi va incorporar com a observadors alguns alumnes de l'Escola d'Astronomia, els quals es van unir als dos equips d'observació establerts. En el darrer curs (1854-1855) el professor va comentar a l'aula una obra recent de Joaquim Balcells sobre aeròlits i va formular una hipòtesi sobre l'anomenada pedra del raig.

Bibliografia

BALCELLS, J. (1854), *Lithologia meteórica*, Barcelona, Imprenta de Francisco Granell.

CALBET, E.; BONET, J. (1851), *Tablas logarítmicas de números naturales, hiperbólicos y los de la línea trigonométrica, senos, cosenos, tangentes y cotangentes, seguidas de un apéndice que contiene varias tablas auxiliares para los usos de la navegación*, Barcelona, Impresor Manuel Texéro.

DOREL-FERRÉ, G. (1992), *Les colònies industrials a Catalunya. El cas de la Colònia Sedó*, Esparraguera, Ajuntament d'Esparraguera.

IZARD, M. (1979), *Manufactureros industriales y revolucionarios*, Barcelona, Crítica.

MURO, J. I.; URTEAGA, L.; NADAL, F. (2005), «Los trabajos cartográficos y catastrales de Llorenç Presas i Puig (1811-1875)», *Treballs de la Societat Catalana de geografia*, 59, 7-39.

NADAL, F.; URTEAGA, L.; MURO, J. I. (2006), *El territori dels geòmetres. Cartografia parcel·laria dels municipis de la província de Barcelona (1845-1895)*, Barcelona, Diputació de Barcelona.

PRESAS, L. (1848-1874), *Observaciones meteorológicas* [Llibretes manuscrites amb dades meteorològiques], RACAB, FLP, lligall 8.

PRESAS, L. (1858 i ss.), *Cálculos* [Treball inacabat, de 312 pàgines impreses relligades, relacionades amb l'Hidròmetre, amb dues làmines plegadisses litografiades datades del 1856 i conservat a la BC; existeixen, a més, fulls impresos fins a la pàg. 320 i correspon a l'obra inèdita *Hidrómetro o unidad fontanera* (1.440 pàgines manuscrites en 72 llibretes des del 3 de febrer del 1856 fins al 5 de desembre de 1869 i més enllà)].

PUIG PLA, C. (1994), *Activitats i perfil intel·lectual d'un científic a la Barcelona isabelina: Llorenç Presas i Puig (1811-1875)*, Barcelona, Seminari d'Història de les Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona [treball d'investigació per a l'obtenció del títol de Master en Història de la Ciència].

PUIG-PLA, C. (1995), «L'observació científica i l'enregistrament fotogràfic de l'eclipsi solar del 28 de juliol de 1851: un cas de col·laboració d'institucions barcelonines». A: PUIG-PLA, C. *et al.* (coords.), *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.

PUIG-PLA, C. (1996a), «The Teaching of Astronomy in the University of Barcelona from 1841 to 1845». A: ROS, R. M. (ed.) (1996), *Teaching Astronomy Vth International Conference. Proceedings*, Barcelona, ICE-UPC, 164-166.

PUIG-PLA, C. (1996b), «L'establiment dels cursos de mecànica a l'Escola Industrial de Barcelona (1851-1852). Precedents, professors i alumnes inicials», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, vol. I, 127-196.

PUIG-PLA, C. (2006), «La didáctica de la confrontación intelectual en las clases de Geografía astronómica de la Universidad de Barcelona (1841-45)». A: PÉREZ-BUSTAMANTE, J.A. et al. (coords.), *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Cádiz, Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas, vol. 2, 1.123-1.134.

PUIG-PLA, C.; SÁNCHEZ-MIÑANA, J. (2008), «Joaquim Balcells i l'ensenyament de la física a la Universitat de Cervera», *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, vol. 1 (2), 129-138.

L'OBSERVATORI «FABRA» I ELS SEUS ORÍGENS

Antoni ROCA ROSELL

Departament de Matemàtica Aplicada I,
Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica,
Càtedra UNESCO de Tècnica i Cultura

Resum: L'Observatori Fabra ha esdevingut una referència en el món de l'astronomia i de la meteorologia a Catalunya. En aquesta comunicació volem fer unes reflexions sobre com va ser concebut i en quines circumstàncies, més enllà de les polèmiques que això va comportar. El projecte, tot i que pot atribuir-se a una persona o a una altra, respon a un moviment d'interès per l'astronomia i la meteorologia que anava més enllà de les persones concretes en qui recaigué la responsabilitat de materialitzar el projecte en els primers anys del segle xx. Creiem que la història dels inicis serveix per interpretar més adequadament la trajectòria posterior del centre. Recordem que quan va ser inaugurat, el 1904, l'Observatori Fabra era un dels pocs observatoris institucionals a Espanya. El mateix any va ser fundat l'Observatori de l'Ebre, i poc després, l'Observatori de la Universitat de Barcelona.

L'Observatori Fabra va ser construït entre 1902 i 1904 per la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Deu el seu nom, com és sabut, al patrici que féu una donació el 1901 que el va fer possible, Camil Fabra i Fontanils, marquès d'Alella, industrial tèxtil que havia estat alcalde de Barcelona el 1893. L'Acadèmia havia anat al darrere de la instal·lació d'un observatori almenys des de vint anys enrere, quan, cap al 1883, preparà un projecte d'observatoris tot aprofitant la remodelació de la seva seu social a la Rambla de Barcelona.¹

¹ Vegeu una primera versió d'aquesta investigació a Roca Rosell (1992).

L'astronomia a Barcelona al darrer terç del segle XIX

El projecte de l'Acadèmia de Ciències de Barcelona de 1883 s'ha d'emmarcar en el desenvolupament d'un corrent d'interès prou rellevant a Catalunya. Tot i no aconseguir una institucionalització en aquesta època, l'activitat astronòmica fou notable en diferents ocasions (Puig Pla, 1994a; Puig Pla, 1994b; Barca, 2005). No hi havia cursos d'astronomia a la Universitat, però se n'organitzaren en diverses institucions, per exemple a la mateixa Acadèmia.

El 1883, com hem mencionat, l'Acadèmia obtingué un finançament important de l'Ajuntament i de la Diputació de Barcelona per reformar el seu edifici de la Rambla. Un dels elements del projecte era culminar l'edifici amb un observatori astronòmic i meteorològic. El projecte de l'arquitecte i acadèmic Josep Domènech i Estapà acabà dissenyant dues torres, una per al cercle meridià i l'altra per a una ullera equatorial. És significatiu que l'Acadèmia decidí el 1884 confiar la direcció de l'Observatori a Josep Joaquim Lànderer, valencià resident a Tortosa (i a València). Lànderer, però, acabà abandonant aquesta responsabilitat, atès que les obres s'allargaven (Genescà Sitjes, 1994; Gozalo & Navarro, 1995). Hem de pensar que les torres no van estar completades fins al 1894.

El 1884, quan l'Acadèmia féu pública la seva intenció de crear un observatori, Josep M. Serra, de Barcelona, escrigué a l'Acadèmia oferint-se com a responsable dels observatoris. Deia que havia estat deixeble d'un professor de física jesuïta, Francesc Vinader, i del mateix Angelo Secchi. No tenim més detalls de Josep M. Serra, però, tot i una resposta educada, el seu oferiment fou ignorat (Roca Rosell, 1992). De fet, la professionalitat d'un amateur com Lànderer devia estar molt per sobre del que Serra podia oferir.

D'altra banda, el 1889 la Diputació de Barcelona tramità la construcció d'un observatori meteorològic al Tibidabo. Es tractava de respondre a una petició de les entitats excursionistes i, al mateix temps, de donar una finalitat útil al cim del Tibidabo, un lloc que s'havia popularitzat entorn del 1888, quan s'hi construí una glorieta on la reina regent arribà per gaudir d'un berenar tot observant la ciutat de Barcelona. L'Acadèmia demanà (amb certa força) que s'havia de fer càrrec de la direcció científica de l'observatori previst per la Diputació, però el projecte no anà endavant.

Arran de noves peticions (i concessions) d'ajut de l'Ajuntament, l'Acadèmia creà el 1891 un Servei Horari, segons el projecte de Josep Ricart i Giralt, un marí científic, professor de l'Escola de Nàutica i un vertader expert en nàutica i navegació. Ricart fou incorporat a l'entitat. Com que els observatoris de l'Acadèmia no estaven acabats, el nou Servei Horari funcionà a les oficines de Ricart i Giralt.

El 1893, Eduard Fontserè, que acabava d'obtenir el doctorat, fou contractat per l'Acadèmia per treballar en aquest Servei Horari i per atendre els observatoris de l'Acadèmia, tot just a punt d'estar completats (Roca Rosell *et al.*, 2004). Tanmateix, en els deu anys transcorreguts des dels primers plans del 1883, les condicions urbanes havien canviat molt i les torres de l'Acadèmia no oferien gaire facilitats com a observatoris. De tota manera, Fontserè hi portava a terme les observacions astronòmiques per a la determinació de l'hora local i les observacions meteorològiques bàsiques.

La insatisfacció per les condicions de l'Observatori de l'Acadèmia portà al fet que a la tertúlia del rellotger de l'Acadèmia, Adolf Juillard, s'anés discutint sobre la necessitat d'un observatori al cim del Tibidabo.² Hi participaven Àngel del Romero, Eduard Chaquert, Eduard Fontserè i Eduardo Lozano. El jove Fontserè fou encarregat de coordinar el nou projecte, en el qual, com en el de Lànderer de 1883, el nou observatori no era exclusivament astronòmic, sinó que incloïa la meteorologia i la sismologia, si ho diem en termes actuals. El projecte, la part arquitectònica del qual anà a càrrec de Domènech i

² Així apareix relatat per Fontserè en un document conservat a la Cartoteca de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, Fons Fontserè, escrit privat, 1910.

Estapà, fou presentat públicament a principis de 1895. Tot i una eufòria inicial, topà amb un altre pla d'utilització del cim del Tibidabo amb la construcció d'un temple expiatori, promogut pels salesians amb el suport dels propietaris del terreny. La Diputació negà el suport a l'observatori i, per consegüent, s'abandonà el projecte.

No fou fins al 1901 quan la donació testamentària de Camil Fabra obrí de nou la possibilitat i l'Ajuntament i la Diputació acordaren ajuts, però amb l'observatori en una altra localització.

L'enfrontament entre Fontserè i Comas i Solà

No em vull estendre en aquesta polèmica, que tingué un cert paper en la configuració de la comunitat científica catalana del primer terç de segle xx; únicament vull recordar que el projecte d'observatori de Barcelona fou el que causà el trencament de l'amistat juvenil entre Fontserè i Comas i Solà (Roca Rosell, 1992; Roca Rosell (coord.), 2004). Fontserè havia esdevingut un empleat de l'Acadèmia des de 1893, Comas i Solà aconseguí un lloc d'observador a l'Observatori Català el 1896 i quan va tornar a Barcelona buscà l'ajut de Fontserè per col·laborar amb l'Acadèmia, ajut que no li va poder prestar. Tanmateix, el 1894 Fontserè havia demanat ajut a Comas per a la preparació del projecte de nou observatori.

El 1900 Josep Comas i Solà fou escollit membre de l'Acadèmia. L'expedient de l'elecció ens mostra que hi hagué altres candidats, Ignacio Tarazona i el mateix Fontserè. Els acadèmics escolliren la persona que, sens dubte, tenia llavors una trajectòria científica més rellevant. L'actitud de Comas i Solà com a acadèmic envers el seu antic amic i company, Eduard Fontserè, no fou gaire amable. En realitat, inicià una revisió de la seva feina als observatoris...

La situació canvià el 1901, quan Comas fou nomenat responsable de la construcció del nou observatori. Finalment, el projecte de 1894 era viable, gràcies a una donació del marquès d'Alèlla, Camil Fabra, donació a la qual se sumaren l'Ajuntament i la Diputació de Barcelona. Comas i Solà portà endavant el nou observatori ignorant la participació de Fontserè en el primer projecte. El 1904, quan culminaren les obres, Comas i Solà fou nomenat director de la Secció Astronòmica de l'Observatori, però només director interí de la Secció Meteorològica i Sísmica. Fontserè fou escollit acadèmic el 1909 i el 1912 fou nomenat director d'aquesta darrera secció. Ja es veu que el procés va estar ple de rivalitat i enfrontaments. Una de les conseqüències fou que Fontserè abandonà l'astronomia i l'astrofísica, a la qual dedicà el seu discurs d'ingrés a l'Acadèmia, i es dedicà de ple a la meteorologia i a la sismologia, disciplines de les quals esdevingué un dels promotors pioners entre nosaltres. Comas i Solà, per la seva banda, tot i que portà a terme treballs igualment pioners en sismologia, per exemple, acabà centrat en l'astronomia de posició, camp en el qual assolí, sens dubte, un mestratge molt rellevant.

Conclusió

L'Observatori Fabra va sorgir d'una història prou rica d'interès per l'astronomia. Va ser fruit d'una concepció àmplia de centre d'observació i de recerca, però només aconseguí el patronatge privat el 1901. El 1904 s'inaugurà l'Observatori Fabra al mateix temps que l'Observatori de l'Ebre. Tots dos eren centres privats, però iniciaven una etapa de progressiva professionalització de l'astronomia i la geofísica.

Bibliografia

BARCA SALOM, F. X. (2005), *Onofre Jaume Novellas i Alavau (Torelló, 1787-Barcelona, 1849). Matemàtiques i astronomia durant la revolució liberal*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.

GENESCÀ SITJES, M. (1994), *El Llegat Landerer a l'observatori de l'Ebre*, Roquetes, Observatori de l'Ebre.

GOZALO, R.; NAVARRO, V. (1995), «Josep Joaquim Landerer i Climent (1841-1922). La recerca fora del món acadèmic: astronomia i geologia». A: CAMARASA, J. M.; ROCA ROSELL, A. (dir.), *Ciència i Tècnica als Països Catalans: una aproximació biogràfica*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, 459-492.

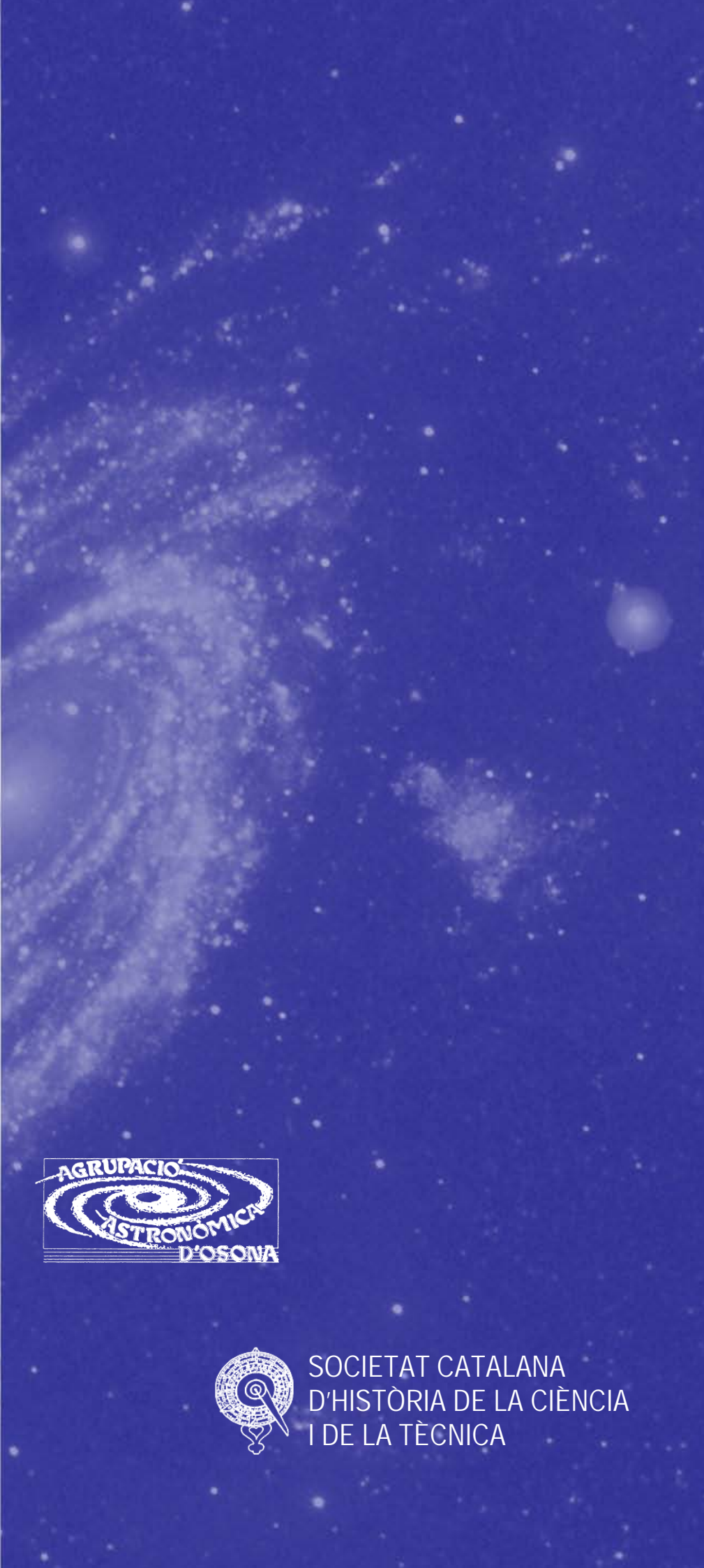
PUIG PLA, C. (1994a), «L'Observació científica i l'enregistrament fotogràfic de l'eclipsi solar del 28 de juliol del 1851: un cas de col·laboració d'institucions». A: PUIG-PLA, C.; CAMÓS, A.; ARRIZABALAGA, J.; BERNAT, P. (coord.), *III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 287-302.

PUIG PLA, C. (1994b), «Llorenç Presas i Puig (1811-1875) exponent de multidisciplinarietat científica vuitcentista a Catalunya». A: PUIG-PLA, C.; CAMÓS, A.; ARRIZABALAGA, J.; BERNAT, P. (coord.), *III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 253-273.

ROCA ROSELL, A. (1992), *La Física en la Catalunya finisecular. El joven Fontserè y su época*, tesi doctoral, Madrid, Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma de Madrid (edició en microfita).

ROCA ROSELL, A. (coord.) (2004), *Josep Comas i Solà. Astrònom i divulgador*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona.

ROCA ROSELL, A.; BATLLÓ ORTIZ, J.; ARÚS DUMENJÓ, J. (2004), *Biografia del doctor Eduard Fontserè i Riba (1870-1970)*, Barcelona, Associació Catalana de Meteorologia.



Institut
d'Estudis
Catalans



SOCIETAT CATALANA
D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA
I DE LA TÈCNICA