

# ELS ECLIPSIS TOTALS DE SOL: UN PUNT D'INFLEXIÓ EN EL DESENVOLUPAMENT DE L'ASTRONOMIA I L'ASTROFÍSICA A L'ESPANYA DE PRINCIPIS DEL SEGLE XX

**PEDRO RUIZ CASTELL**

DEPARTAMENT DE FILOSOFIA I CEHIC, UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE  
BARCELONA.

Paraules clau: *astronomia, astrofísica, eclipsis totals de Sol, Espanya, segle XIX, segle XX*

---

Total solar eclipses: a turning point in the development of astronomy and astrophysics in early twentieth century Spain

Summary: *The total solar eclipse of 28 May 1900 was a turning point for astronomy in Spain. The visit of foreign astronomical expeditions to Spain encouraged Spanish astronomers to move from observational activities, mainly devoted to positional astronomy, into the application of new astrophysical techniques. In opposition to what happened in the late nineteenth century, and as the study of the total solar eclipse expeditions of 1900 shows, an important part of the research programmes pursued and astronomical instruments employed by Spanish astronomers were similar to those of countries such as Great Britain and France. As a consequence, this total solar eclipse not only raised interest in astronomy and astrophysics in Spain, but also led to the inclusion of Spanish scholars into an international astronomical and astrophysical community immersed itself in a process of re-organisation.*

Keywords: *astronomy, astrophysics, solar eclipses, Spain, nineteenth century, twentieth century*

---

*En record de Vicent L. Salavert Fabiani*

## Introducció

Fa dos anys, a la *I Jornada d'Història de l'Astronomia i de la Meteorologia*, es presentà una comunicació on s'exposaren alguns aspectes relacionats amb la visita dels astrònoms a Mallorca amb motiu de l'eclipsi total de Sol del 30 d'agost de 1905 (March & Batlló, 2006). Aquest eclipsi va ser, de fet, un d'una sèrie de tres eclipsis totals de Sol que recorregueren la península Ibèrica els anys 1900, 1905 i 1912 i que tingueren una enorme repercussió tant des del punt de vista polític, social i cultural com pel que es referí al desenvolupament de l'activitat astronòmica a Espanya. Aquesta presentació, en particular, tractarà l'efecte que el primer d'ells, el del 28 de maig de 1900, va tenir de cara a la consolidació en el territori espanyol d'una tradició d'investigació amb les noves tècniques astrofísiques, transformant aquest fenomen astronòmic en el punt d'inflexió a partir del qual la recerca d'aquesta disciplina al país va prendre un important impuls.

De tots és ben conegut que, cap a la meitat del segle XIX, l'astronomia va ser objecte d'una revolució de la mà de noves tècniques, com ara la fotografia o l'espectroscòpia (North, 2001). El terme «astrofísica», encunyat pel nord-americà George Ellery Hale (1868-1938), va ser el majoritàriament emprat per definir els programes d'investigació astronòmica desenvolupats amb aquestes noves tècniques, tot i que alguns autors prefereixen parlar de «cosmoquímica» per tal de descriure'ls (Gingerich, 1976), ja que el que permetia l'aplicació de tècniques com les espectroscòpiques era indagar al voltant de la composició química dels astres —principalment del Sol, l'estel més pròxim a la Terra. Així doncs, en aquest nou context, cada eclipsi total de Sol es va transformar en una oportunitat única per obtenir informació al voltant de la natura del Sol. De fet, les dècades dels anys 1860 i 1870 van caracteritzar-se per l'observació metòdica i sistemàtica d'aquests espectaculars i singulars fenòmens astronòmics amb l'ús de les noves tècniques espectroscòpiques i fotogràfiques (Pang, 2002; Meadows, 1970).

Tal i com s'ha comentat, el punt d'inflexió de l'activitat astronòmica a Espanya va ser l'eclipsi total de Sol del 28 de maig de 1900, que igual que el del 30 d'agost de 1905 fou crucial per al desenvolupament de l'astronomia i l'astrofísica al país. Més encara, l'èxit científic, polític i social d'aquest primer eclipsi va agilitar un nombre important de noves iniciatives científiques que es plantejaren aprofitant la proximitat en el temps de l'eclipsi de 1905, com la construcció de l'observatori astronòmic i meteorològic Fabra a Barcelona, finalitzat el 1904, o la dels observatoris jesuïtes de Cartuja i Ebro, inaugurats a Granada el 1902 i a Roquetes el 1904, respectivament.

## L'astronomia a Espanya al segle XIX

Cap a la meitat del segle XIX, les tasques dels astrònoms de la major part dels observatoris de tot el món, incloent els de San Fernando i Madrid, es dividien principalment entre aplicacions pràctiques, com els treballs relacionats amb la navegació i la cartografia, i la confirmació de la mecànica celeste mitjançant observacions meridianeas i el càlcul d'efemèrides. El des-

envolupament de l'astrofísica durant la segona meitat del segle XIX, llavors, va estar motivat en gran mesura per l'activitat d'astrònoms amateurs, tal i com exemplifiquen les observacions sistemàtiques de les taques solars per part de l'amateur britànic Richard Christopher Carrington (1826-1875) al seu observatori privat (Meadows, 1970). De fet, l'aplicació de la tecnologia que, a partir de la dècada de 1860, va permetre indagar al voltant de la natura física i química dels estels i els planetes, va ser possible gràcies als recursos econòmics i a la llibertat de rics amateurs principalment britànics i nord-americans que, com Warren de la Rue (1815-1889), Isaac Roberts (1829-1904), Henry Draper (1837-1882) i Andrew Ainslie Common (1841-1903), estaven en condicions de prendre els riscos necessaris d'una recerca que, amb càmeres fotogràfiques i espectroscopis apuntant cap al cel, semblava originàriament merament experimental i especulativa (Chapman, 1998; Lankford, 1981).

A Espanya, la situació era prou especial, perquè la comunitat astronòmica d'aquells anys era molt limitada i estava pràcticament monopolitzada per la Marina, tal i com ho demostren les dificultats existents per equipar i dotar de personal una institució oficial com l'Observatori de Madrid, refundat el 1851 (Ten & Moya, 1988; Gil y Zárata, 1855). A banda de les observacions dels eclipsis de 1860 i 1870, visibles des de territori espanyol i on la gran majoria dels astrònoms locals que participaren de les observacions treballaren com a assistents d'alguns dels més importants científics que viatjaren fins a Espanya per tal d'estudiar aquests fenòmens astronòmics, durant les últimes dècades del segle XIX només hi ha constància d'activitats astronòmiques una mica notables per part d'alguns amateurs, com les iniciades a la dècada de 1870 per Josep Joaquim Lànderer (1841-1922) (Gozalo Gutiérrez & Navarro Brotons, 1995; Navarro Brotons & Gozalo Gutiérrez, 1996; López Piñero & Navarro Brotons, 1995: 411-558). Les contribucions d'aquests aficionats foren principalment observacions solars, lunars i planetàries realitzades visualment. Posteriorment destacarien noves iniciatives com la de l'industrial català Rafael Patxot i Jubert (1872-1964), qui va fundar el 1894 l'Observatori Català a Sant Feliu de Guíxols. Va ser precisament en aquest observatori, equipat amb un telescopi refractor equatorial Mailhat doble (visual i fotogràfic) —amb una obertura de vint-i-dos centímetres—, al qual s'havia adjuntat un espectrògraf, on Josep Comas i Solà (1868-1937) va treballar durant uns anys i realitzà diferents observacions planetàries i un catàleg de cent cinquanta-sis estrelles binàries.

Des del punt de vista institucional, la situació era encara més preocupant. De fet, tot i que a la dècada de 1860 l'Observatori de Madrid començà un rudimentari programa d'observacions sistemàtiques de les taques solars, no va ser fins que Richard Carrington (1826-1875) visità l'observatori al gener de 1870 que es va plantejar l'ús d'un mètode de projecció. Aquest nou programa d'observacions es va implantar definitivament el 1875 i va durar fins al 1897, proporcionant més de quatre mil dibuixos i una ingent quantitat de dades. Però l'aplicació de tècniques fotogràfiques a aquestes observacions, així com l'intent per realitzar estudis espectroscòpics de les prominències solars, no foren satisfactoris, principalment com a conseqüència de les limitacions d'instrumental (Eclipse, 1905).

En l'àmbit internacional, la resolució de les controvèrsies relacionades amb les línies espectrals solars durant les dècades de 1880 i 1890 havia consolidat l'astrofísica com una disciplina pròpia, afavorint un treball sistemàtic en física solar cada vegada més generalitzat per part dels astrònoms professionals. De fet, l'astrofísica es convertiria gradualment en domini d'aquests professionals, tal i com exemplifiquen l'aparició el 1895 de la revista *Astrophysical Journal* i la fundació de noves institucions com l'Observatori de Yerkes i l'Observatori Solar de Mount Wilson, creats el 1897 i el 1904, respectivament. El panorama havia canviat i l'astronomia a Espanya es quedava un pas per darrere en comparació amb el que ocorria als Estats Units d'Amèrica i als països més desenvolupats d'Europa.

### **L'impacte social de l'eclipsi total de 1900**

L'eclipsi total de Sol del 28 de maig de 1900 va fer explotar la passió pels eclipsis a Espanya. Un bon exemple és l'èxit que tingueren els combois organitzats per diverses companyies de ferrocarrils que, a uns preus raonables (tot i que també existiren trens de luxe), van permetre el desplaçament de multitud d'homes i dones fins a la zona de totalitat amb motiu dels eclipsis de 1900 i 1905 per tal de participar de l'observació de l'eclipsi —una iniciativa sense precedents ni a Europa ni als Estats Units d'Amèrica— (Ruiz Castell, 2007).

A més, la visita de reconeguts astrònoms va tenir un gran impacte a la societat espanyola, ja que va ser detallada a quasi la totalitat dels diaris d'àmbit local, regional i nacional durant els mesos previs i posteriors als eclipsis. Tal i com va reconèixer el prestigiós astrònom i divulgador científic Camille Flammarion (1842-1925) amb motiu de la seva visita a Elx per tal d'observar l'eclipsi de 1900, durant diverses setmanes tot Espanya, sense diferència de classe social, i al contrari del que succeí amb motiu del de 1860, va ocupar-se d'aquest fenomen (Flammarion, 1900: 297). Un bon exemple el trobem amb l'aglutinació d'unes cinc mil persones de les classes socials menys afavorides que acudiren al Campo de las Vistillas a Madrid el 28 de maig de 1900 per tal d'observar l'eclipsi (Eclipse, 1900a; Eclipse 1900b). Per la seva banda, l'hostatge dels astrònoms estrangers es va convertir en un privilegi i un signe de distinció per a les classes socials més elevades, tot i que aquests aspectes també eren ben coberts per la premsa. De fet, tal i com Eduard Fontserè (1870-1970) va assenyalar a l'any 1900, l'atenció que despertà l'eclipsi d'aquest any va ser el senyal que afavorí la creació d'un grup compacte de gent interessada en la recerca astronòmica i astrofísica a Espanya, enfortint el desenvolupament d'aquestes disciplines al país (Fontserè, 1900a).

L'atenció que la societat espanyola va prestar a l'eclipsi de 1900 va ser, en gran mesura, conseqüència de l'interès que el tema va despertar als diferents diaris, la gran majoria dels quals escrigueren entusiàsticament al voltant d'aquest eclipsi, prenent un paper molt destacat en el desenvolupament de l'astronomia i l'astrofísica a l'Espanya de principis del segle xx. Més encara, els diaris pròxims a les reivindicacions i la retòrica *regeneracionista* aprofitaren l'ocasió per demanar una major inversió del Govern en el desenvolupament científic del país. Va ser així com, gràcies a la premsa i a les diferents estratègies de popularització de la ciència

d'aquells anys i, en particular, amb motiu d'aquest eclipsi, l'astronomia va adquirir un estatus més i més notable a la societat espanyola. D'aquesta manera, les facilitats i els recursos que proporcionà el Govern espanyol a les expedicions estrangeres que visitaren el territori amb motiu de l'eclipsi pretenien projectar una imatge de modernitat que hauria de ser de gran valor de cara a l'intent d'incorporació d'Espanya a l'elit dels països europeus modernitzats (Ministerio, 1905). De fet, alguns diaris van plasmar al paper la sensació que, amb motiu de l'eclipsi, es produí un canvi favorable en l'opinió a l'estranger al voltant del país (Después, 1900). Però aquesta estratègia en l'àmbit de la política internacional havia d'anar acompanyada també d'una actuació en l'àmbit nacional, de manera que els astrònoms espanyols aprofitaren aquest discurs per tal de reclamar més suport i instrumental que els permetria competir amb les tasques a realitzar per part dels astrònoms de les expedicions estrangeres.

### **L'eclipsi de 1900: expedicions espanyoles**

En efecte, els astrònoms espanyols apel·laren, a l'hora de reclamar un major interès i més inversions en els recursos necessaris per dur a bon terme les investigacions en astrofísica, a conceptes com l'orgull i l'obligació nacionals. Per exemple, l'astrònom Vicente Ventosa —com a director interí de l'Observatori Astronòmic de Madrid— es dirigí al Govern espanyol demanant més diners per tal d'adquirir l'equipament necessari per observar en condicions l'eclipsi total de Sol de 1900 en els següents termes (Ventosa, 1902):

En mi comunicación al señor Ministro de Fomento, después de exponerle el estado actual de la cuestión y el conflicto de honra que para España podía sobrevenir si el fatal acontecimiento llegaba sin estar convenientemente preparado el Observatorio para el estudio del fenómeno que, con tanto interés por parte de los hombres de ciencia, y curiosidad por la del público en general, se esperaba, le hacía ver, no sólo la urgencia de obtener los fondos necesarios para la adquisición de los instrumentos más indispensables (...), sino también (...) lo indispensable, á mi juicio, de que uno de los astrónomos pasara también á otros países (donde por parte de sabios eminentes se nos daban toda clase de facilidades) á ejercitarse durante una temporada en el manejo de los instrumentos y procedimientos de fotografía y espectroscopia celestes, nuevos para nosotros, de manera que él á su vez instruyese á sus compañeros con la antelación suficiente en prácticas tan útiles como necesarias.

La imatge que hauria de donar l'activitat científica d'un país com Espanya estava íntimament vinculada a una institució de referència com l'Observatori Astronòmic de Madrid. No és d'estranyar, per tant, que els responsables d'aquesta institució reclamessin del Govern un major suport atesa la falta d'instruments per realitzar observacions astrofísiques i de personal qualificat per operar-los. Però la reacció de l'Administració no arribaria fins molt més

tard. De fet, cap al setembre de 1899, amb Francisco Íñiguez (1853-1922) com a nou director, l'Observatori no havia rebut encara cap resposta oficial a l'informe enviat per Ventosa set mesos abans.

Malgrat la incertesa d'aquells mesos, els responsables de l'Observatori de Madrid desenvoluparen un programa observacional, probablement molt conscients de la lentitud de la burocràcia i els problemes que aquest retard plantejaria a l'organització de l'expedició. Així, el pla d'observacions es va donar per finalitzat el setembre de 1899, moment en el qual es contactà amb diferents constructors d'instruments per tal d'encomanar-los diferents instruments per emprar-los en l'observació de l'eclipsi i ser posteriorment instal·lats a l'Observatori. Finalment, el Govern va fer efectius els fons necessaris per a l'adquisició dels instruments i l'enviament d'una expedició oficial d'aquest Observatori mitjançant una Reial Ordre publicada el 10 d'octubre de 1899 (Ministerio, 1899a; Ministerio, 1899b).

Durant els mesos previs a l'eclipsi, la gran majoria dels instruments comissionats, com el teodolit i el cercle meridià construïts per A. Salmoiraghi, arribaren a l'Observatori i foren testats pels astrònoms (Vela y Herranz, 1906). Els telescopis equatorials encarregats al constructor Howard Grubb, però, arribaren a Madrid massa tard i hagueren de ser provats a Plasència. Pitjor encara va ser el cas del telescopi equatorial fotogràfic d'aquesta mateixa casa: les caixes que contenien les seves parts foren enviades directament a Plasència, on els astrònoms de l'Observatori de Madrid es trobaven quan l'instrument arribà a l'estació de tren de la capital de l'Estat espanyol (Observatorio Astronómico, 1900). De fet, Howard Grubb envià el seu fill Rudolph Grubb uns dies abans que l'expedició de la Royal Society de Dublín (Irlanda), a la qual s'integraven, arribés a Espanya per tal d'ajudar els astrònoms espanyols en la instal·lació dels diferents instruments adquirits (Observatorio Astronómico, 1900).

El programa d'observacions d'aquesta comissió de l'Observatori Astronòmic de Madrid es va dividir en tres parts: la determinació dels moments de contacte de l'eclipsi, l'obtenció de fotografies durant diferents fases de l'eclipsi —incloent la corona solar i les proximitats del Sol durant la totalitat— i les mesures espectromètriques per obtenir la longitud d'ona de la línia verda de l'espectre de la corona (Observatorio Astronómico, 1900). D'entre els resultats més destacats destaquen les tres fotografies preses amb una càmera de distància focal llarga i les dues obtingudes amb una altra de distància focal curta, que mostraven aspectes com que la corona solar era observable encara amb el disc solar visible o que les seves extensions arribaven fins a tres diàmetres solars (Astronomical, 1900-1901). Finalment, i segons sembla, existia una quarta part d'aquest programa observacional, liderat per l'astrònom assistent Gonzalo Reig y Soler i dedicada a l'estudi de la rotació de la corona solar durant l'eclipsi amb l'espectroscopi de l'equatorial visual construït per Grubb, que va ser retirada de l'informe final pel director de l'Observatori a la vista dels resultats obtinguts. Tal i com Ventosa va manifestar al voltant d'aquesta omisió (Ventosa, 1902):

Sensible es que problema tan importante no haya sido mencionado por V. E. [el director del Observatorio Astronómico de Madrid, Francisco Íñiguez], puesto que indudablemente incluido de antemano estaba en el plan de observaciones, según de las palabras del Sr. Reig se desprende: quizás á semejante olvido contribuyó la circunstancia de haber sido el observador poco afortunado en su tentativa, como con laudable ingenuidad el mismo Sr. Reig confiesa, por las defectuosas condiciones en que para observar sé hallaba, al aire libre, y sin tienda que le resguardase y protegiese contra los torrentes de luz en que, aún durante la la [sic] totalidad del eclipse, necesariamente tenía que hallarse envuelto. Y no podía ser de otra manera, tratándose de observación tan delicada, que, hasta observadores de la talla de Mr. Deslandres, con su larga experiencia y habilidad, con un programa bien definido y con instrumentos expresamente y sin mezquindad preparados para tal fin, no han logrado todavía hacerla con resultados positivos, como no ha vacilado en confesarlo el mismo Deslandres, creyendo, con razón, que en referir lo ocurrido no había para él el menor desdoro. Pero sin esta meditada preparación, y sin los medios materiales necesarios, por grandes que fuesen la buena voluntad y el habitual esmero del observador, paréceme una locura el haberla intentado.

### **El misteri del coroni**

Abans d'aprofundir en els problemes que va plantejar Ventosa als resultats de l'observació de l'expedició que l'Observatori Astronòmic de Madrid va enviar a Plasència el 1900, centrem-nos en l'estudi de la línia verda de la corona solar, un dels principals objectius d'aquesta expedició. Aquesta línia havia sigut observada per primera vegada en la part verda de l'espectre de la corona de forma independent pels astrònoms americans Charles Augustus Young (1834-1908) i William Harkness (1837-1903) durant l'eclipsi de 1869. Tot i que cada una de les línies espectrals de la fotosfera i la cromosfera estava associada a un element químic present en la Terra, aquesta línia coronal no corresponia a cap material que pogués ser reproduït al laboratori. Un any més tard, durant un altre eclipsi total de Sol, Young va reafirmar-se en l'observació d'aquesta línia i la va identificar amb la línia del ferro, la 1474 del catàleg de Kirchhoff (1474 K), amb una longitud d'ona de 5317 Å. Però, per què només era visible una del centenar de línies del ferro a l'espectre solar i a unes altures tan grans?

Els eclipsis d'anys posteriors van servir per observar altres línies que no podien identificar-se satisfactòriament i que es pensava que podrien tenir alguna cosa a veure amb aquesta línia verda, que no va poder tornar a ser mesurada fins a l'eclipsi del 17 de maig de 1882, quan diferents astrònoms ubicats al Caire (Egipte) la confirmaren com la línia 1475 del catàleg de Kirchhoff. El 1898 la línia tornà a ser mesurada per Norman Lockyer i William Wallace Campbell (1862-1938), que van determinar que la longitud d'ona de la línia era de 5303 Å (Campbell, 1899; Langley, 1901; Evershed, 1901). Això va propiciar la teoria que la misteriosa línia verda era deguda a una substància desconeguda a la Terra, «molt més lleu-

gera que qualsevol altra substància terrestre coneguda», que es denominà *coroni*. Durant els anys següents, diferents astrònoms provaren d'obtenir millors determinacions de la freqüència d'aquesta línia coronal. De fet, un gran nombre d'astrònoms estrangers inclogueren als seus programes d'observacions per a l'eclipsi de 1900 la determinació d'aquesta línia. Malauradament, els resultats foren desil·lusionants. Adolph Raoul Gautier (1854-1931), director de l'Observatori de Ginebra, no va poder mesurar la línia. El mateix els va passar a altres notables personatges com Lockyer, De la Baume Pluvinel i Deslandres des de les seves ubicacions al territori espanyol. Més nombrós va ser el nombre d'astrònoms que ni tan sols la visualitzaren ni la registraren a les plaques fotogràfiques.

El mètode emprat el 1900 per De la Baume Pluvinel per tal d'observar la línia del coroni amb un espectroscopi de sis prismes (Eclipse, 1900c) va ser el mateix que l'utilitzat per l'expedició de l'Observatori de Madrid. El problema, segons l'astrònom francès, va ser que els sis prismes debilitaren excessivament la llum, de manera que no va poder obtenir la desitjada imatge de la línia verda. La solució al problema per part dels astrònoms espanyols va ser realitzar l'observació amb només tres prismes. Les mesures micromètriques van ser encarregades a l'assistent Victoriano Fernández Ascarza, qui va realitzar les observacions que haurien de ser comparades amb les posicions de referència que havia determinat junt a Octaviano Romeo i Ignacio Tarazona (1859-1924) el mateix matí de l'eclipsi (Fernández Ascarza, 1901a; Fernández Ascarza, 1901b). Fernández Ascarza observà, però, una línia verda difusa, motiu pel qual va realitzar dues mesures de cada costat per tal de calcular el seu valor mitjà, que, en aplicar la fórmula d'interpolació de Gibbs donava una longitud d'ona per a aquesta línia de 5297,3 Å. Aquest resultat, obtingut emprant els valors de longituds d'ona determinats per Anders Jonas Ångström, va ser posteriorment corregit amb els valors de Henry Augustus Rowland (1848-1901), donant com a resultat definitiu un nou valor de 5298,7 Å.

Els resultats d'aquestes observacions foren àmpliament celebrats pel director de l'Observatori Astronòmic de Madrid a la publicació del seu informe *Observaciones del Eclipse Total de Sol del 28 de Mayo de 1900*. De fet, les dades van atraure l'atenció de diferents revistes internacionals com *Astronomische Nachrichten* i el *Journal of the British Astronomical Association* (Astronomical, 1900-1901). Però no tots els membres de l'Observatori de Madrid estaven satisfets amb aquests resultats. Per exemple, Ventosa opinava que des del primer moment havia estat un error proposar a un assistent sense experiència prèvia en estudis espectroscòpics com a responsable d'aquestes observacions —les primeres observacions que realitzà daten de tres mesos abans de l'eclipsi— (Ventosa, 1902: 79-97). Més encara, la interpretació dels seus resultats és una bona mostra de la falta d'habilitats que encara demostraven els astrònoms espanyols en relació amb les investigacions astrofísiques. Uns problemes que derivaven tant de la falta de pràctica com de la seva formació teòrica. De fet, les lectures de l'escala micromètrica de què disposaven i que realitzà Fernández Ascarza durant les seves observacions implicaven que una variació en una unitat durant la lectura d'aquesta escala derivava en un error d'una deumilionèsima part de metre —és a dir, l'error per a la



longitud d'ona, expressada en àngstroms ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 10^{-7} \text{ mm}$ ), seria de  $0,5 \times 10^{-7} = 500 \text{ \AA}$ . Més encara, el mesurament de la línia verda havia sigut realitzada utilitzant un mètode tangencial. Però, tal i com recalava Ventosa: com es podia mesurar una línia difusa, que per definició no té vores, per aquest mètode? L'opinió de Ventosa quedava clara en aquestes declaracions (Ventosa, 1902: 91, 96):

Basta, por otra parte, ver el esmero con que los señores Lockyer y Campbell hicieron sus observaciones, los medios de que dispusieron y la minuciosidad extremada con que llevaron sus cálculos, para que no sorprenda la concordancia notable que en los resultados alcanzaron. ¿Cómo, después de esto y de la indiscutible autoridad que aquellos señores en la Ciencia tienen, se ha atrevido el señor Ascarza á enmendarles la plana, publicando su primer resultado (que más tarde, afinando un poco los números, tuvo que corregir) como definitivamente exacto? ... ¿La raya verde era tal *raya que se destacaba perfectamente sobre el espectro continuo de la atmósfera solar, y era susceptible de medida*, según la opinión del Sr. Ascarza, admitida por V.E.; ó era una banda ancha, de límites confusos y mal definidos, y de muy difícil realización cualquier medida micrométrica que de su posición se intentase, como advirtió el Sr. Romeo, de acuerdo con lo que vieron los observadores extranjeros?

Però Ventosa no va ser l'únic que expressà els seus dubtes al voltant dels resultats d'aquestes observacions. Per exemple, Fontserè va descriure aquests resultats com a assajos espectroscòpics (Fontserè, 1900b), mentre que Octaviano Romeo, qui posseïa una àmplia experiència en estudis espectroscòpics —que havia realitzat a l'Observatori jesuïta de Manila (Filipines)—, estava convençut de la inutilitat d'aquestes mesures d'una línia verda que havia observat, amb el mateix instrumental, mal definida i de límits incerts.

Una de les raons que impulsaren l'aparició de resultats com aquests publicats al voltant de la línia verda de la corona solar, estava íntimament relacionada amb la necessitat dels astrònoms espanyols de donar publicitat a les seves investigacions per tal d'incorporar-se a la comunitat científica internacional i, de pas, projectar una imatge de modernitat del país de cara a l'exterior, legitimar la seva activitat i promoure la disciplina. Però l'obsessió d'alguns dels més importants representants institucionals de l'astronomia espanyola per obtenir conclusions rellevants no sempre eren compatibles amb el que podríem definir com a bona praxi del científic, tal i com el següent text, escrit en relació a les fotografies obtingudes per l'expedició de l'Observatori de Madrid a Plasència, posa de manifest (Ventosa, 1902: 77-78):

las fotografías de la corona resultaron excelentes, si bien no contuvieran tantos pormenores como deseaba V. E., que intentó retocarlas; propósito de que traté de disuadirle, pareciéndome que en las observaciones y en los cálculos debe guardarse la más es-

crupulosa fidelidad, si sus resultados han de contribuir al progreso de la Ciencia, y merecer confianza á las personas que quieran utilizarlos.

Tot i que les denúncies que s'han exemplificat fins aquí tenien un component important d'enemistat personal, el cert és que aquestes tensions, com les viscudes entre el director de l'Observatori de Madrid i el seu primer astrònom, són un bon exemple de com els relats oficials no sempre ens donen una imatge real del que és el progrés de la ciència, on aspectes com la publicació de resultats rellevants té un paper primordial.

### **La recerca astronòmica dels de dins i els de fora**

Amb tot, l'eclipsi del 28 de maig de 1900 va suposar un estímul crucial per al desenvolupament de l'astronomia al país, per aprendre de les noves tècniques aplicades a les investigacions més avançades i per participar dels debats científics del moment. Més encara, els astrònoms espanyols empraren l'oportunitat que els brindà l'eclipsi de 1900 per promocionar els seus treballs tant entre la societat espanyola, tal i com exemplifiquen els diferents treballs populars que es publicaren amb motiu de l'eclipsi, com entre la comunitat científica internacional. Un bon exemple de la publicitat que tingueren en l'àmbit internacional els estudis dels astrònoms espanyols el trobem en els treballs descriptius previs als eclipsis de 1900 i 1905, que foren rebuts per la gran majoria dels centres astronòmics d'arreu el món, com els d'Antonio Tarazona (1843-1906) (Tarazona y Blanch, 1899; Tarazona y Blanch, 1904) i Lànderer (Touchet, 1902: 518-528; Lànderer, 1902; Lànderer, 1903a; Lànderer, 1903b) o els d'institucions com l'Instituto Geográfico y Estadístico (Dirección del Instituto Geográfico y Estadístico, 1905). Va ser així com els científics espanyols es guanyaren, gradualment, el respecte dels seus col·legues estrangers (Chambers, 1901-1902).

De fet, i amb motiu dels eclipsis de Sol de 1900 i 1905, els astrònoms espanyols es beneficiaren de les seves interaccions amb els astrònoms estrangers per tal que aquests darrers presentessin en el seu nom els resultats de les seves observacions en diferents acadèmies i societats internacionals (Comas i Solà, 1905; Cirera, 1905). Aquesta aparició en la comunitat científica internacional va realitzar-se principalment a través dels cercles francesos, amb unes estructures ben establertes que van ser emprades pels astrònoms espanyols per promocionar-se des del punt de vista científic i social tant a l'estranger com al seu país d'origen.

De totes maneres, tot i que potser la qualitat dels treballs i sobretot dels resultats dels astrònoms locals comparats amb els dels estrangers amb ocasió de l'eclipsi de 1900 no són comparables, el cert és que els projectes desenvolupats i l'instrumental utilitzat indiquen que, efectivament, aquest esdeveniment va marcar un punt d'inflexió en el desenvolupament de l'astronomia i l'astrofísica a Espanya. Per exemple, l'Observatori de San Fernando envià a Elx una expedició liderada pel seu director, Juan Viniestra, que va incorporar un espectroscopi de dos prismes per obtenir dues fotografies de l'espectre de la corona (Fontserè, 1900b: 420). Per la seva banda, Comas i Solà va observar l'eclipsi amb una càmera prismà-

tica annexada a un telescopi de 55 mm d'obertura i una càmera fotogràfica de 110 mm d'obertura, tots dos muntats equatorialment (Comas i Solà, 1900). Tot i que va obtenir dues fotografies de la corona amb nombroses línies, Comas i Solà no disposava d'un instrument apropiat per mesurar l'espectre. Però les seves fotografies foren suficients per tal d'elucubrar al voltant de les protuberàncies de la corona solar i, a partir de les seves observacions de les línies de l'espectre, concloure que el calci estava present a una capa divuit mil quilòmetres per damunt de la fotosfera (Fontserè, 1900b: 420).

Prestem atenció, però, a les diverses expedicions britàniques, coordinades pel Joint Permanent Eclipse Committee, que van formar la Royal Society i la Royal Astronomical Society, que foren enviades a llocs com Ovar (Portugal), Alger (Algèria) i Santa Pola (Espanya). L'expedició a aquesta última localitat va estar liderada pel director del Solar Physics Observatory, Joseph Norman Lockyer (1836-1920), que va compartir el camp de treball amb l'expedició enviada per la Royal Society d'Edimburg, sota la direcció de l'astrònom reial Ralph Copeland (1837-1905) (Molina García & Oriola Lafuente, 2000). Per altra banda, també hi hagué una important representació d'astrònoms francesos que visitaren Espanya amb motiu de l'eclipsi de 1900, com la procedent de l'Observatori de Meudon dirigida per Alexandre Deslandres (1853-1948). Però el que resulta més interessant, més enllà de la descripció detallada de l'activitat dels components d'aquestes expedicions (Ruiz Castell, 2008), és la comparació dels instruments emprats en les seves observacions i els programes de recerca desenvolupats per part dels astrònoms espanyols i dels estrangers.

Des del punt de vista institucional, el més rellevant de l'eclipsi de 1900, més enllà de l'èxit que suposà l'organització en si mateixa de les expedicions, va ser la renovació dels instruments de centres com l'Observatori de Madrid. De fet, els dos telescopis Stenheil de 4½ polzades (114 mil·límetres) adquirits per a l'observació de l'eclipsi de 1860 van ser substituïts per un nou telescopi doble (visual i fotogràfic) de Grubb. Aquest instrument va ser fonamental per tal de plantejar un programa d'observacions similar als de la resta d'expedicions europees, interessades en l'estudi de la corona i de l'espectre solars. El primer d'aquests objectius va realitzar-se fotogràficament, tant per l'expedició de l'Observatori de Madrid com per les procedents de les universitats de Montpelier i Toulouse, el Solar Physics Observatory i les comissions irlandesa i escocesa. Així doncs, mentre que els astrònoms espanyols utilitzaren dues càmeres de 200 i 160 mil·límetres d'obertura annexades al telescopi equatorial de Grubb, els francesos empraren una càmera de 160 mil·límetres d'obertura, els anglesos una de 150 mil·límetres i els escocesos una de 100 mil·límetres amb els seus respectius telescopis.

Per altra banda, l'intent d'estudiar la rotació de la corona solar amb un espectroscopi adjuntat a la visual del telescopi equatorial Grubb, tot i que no va produir resultats satisfactoris, va ser molt original tenint en compte el secret amb què expedicions com la de l'Observatori de Meudon abordaren aquesta feina. El que sí que posa de manifest el fracàs científic dels espanyols en aquest programa observacional, però, és la diferència existent du-

rant aquells anys si comparem la formació i les habilitats dels astrònoms locals amb els estrangers. Aquestes mancances són encara més clares si prestem atenció a l'intent dels astrònoms espanyols de mesurar la línia verda de l'espectre visualment —al contrari del que un gran nombre d'expedicions tractà de fer fotografiant aquest espectre, com les comissions irlandesa i escocesa o la de l'Observatori de Meudon, la de les universitats de Montpelier i Toulouse i la del Solar Physics Observatory. De fet, tot i que el seu programa d'observacions era molt més modest que el de l'Observatori de Madrid, l'Observatori de San Fernando va mirar de fotografiar l'espectre de la corona amb un espectroscopi de dos prismes. Però la falta de qualitat dels resultats obtinguts amb aquest programa posen de manifest la distància entre la comunitat d'astrònoms local i l'estrangera en relació amb la seva capacitat per tirar endavant aquest tipus de projectes, en aquells moments de recerca puntera. Més encara, si estudiem les observacions de l'Observatori de Madrid, l'astrònom amateur Octaviano Romeo, un dels millors especialistes espanyols en espectroscòpia, va criticar la falta de càmeres prismàtiques, prismes de quars i espectroscopis fotogràfics per tal d'estudiar aquest espectre de forma adequada. Aquest personatge, a més, reforça la idea que l'impuls i l'interès per les noves tècniques astrofísiques no només se circumscriuen a un reduït nombre d'astrònoms professionals, sinó també als amateurs. Tal va ser el cas de Lãnderer, qui va estudiar el 1900 des d'Elx la polarització de la llum de la corona solar mitjançant un fotopolarímetre Cornu i un telescopi de 100 mil·límetres d'obertura, un mètode d'observació que va ser copiat i posteriorment millorat per l'astrònom francès Georges Meslin (1862-1918) amb ocasió de l'eclipsi total de Sol de 1905 (Lãnderer, 1900; Meslin, 1905).

## Conclusions

Així doncs, tot i que les diferències eren notables en la seva formació, els astrònoms espanyols tractaren d'emular les investigacions dels més prestigiosos científics estrangers amb motiu de l'eclipsi de 1900, impulsant d'aquesta forma i en gran manera a Espanya el desenvolupament de nous programes d'investigació en astrofísica a partir d'aquell moment. Un impuls que va catapultar la comunitat astronòmica espanyola, posicionant-la a la mateixa altura de la comunitat científica internacional cinc anys després, amb motiu de l'eclipsi total de Sol del 30 d'agost de 1905. De fet, l'eclipsi de 1900 va suposar l'estímul per a la consolidació d'un procés que, tal i com posa de manifest la institucionalització de l'astronomia al país de la mà de les noves institucions creades durant aquells anys, com l'Observatori de l'Ebre, l'Observatori de la Cartuja i l'Observatori Fabra, va tenir importantíssimes conseqüències de cara al desenvolupament de l'astronomia i l'astrofísica a l'Espanya del segle xx. En definitiva, l'eclipsi de 1900 va encetar un nou període per als estudis d'astrofísica a Espanya que va permetre als astrònoms contribuir de forma regular a diferents projectes i participar de les decisions de la comunitat científica internacional, en un moment clau en què l'assentament de les noves tècniques astrofísiques obligaren a plantejar noves col·laboracions científiques supranacionals i a reorganitzar la comunitat astronò-

mica, exemplificades en diferents iniciatives com la creació el 1904 de la International Union for Cooperation in Solar Research.

En definitiva, mentre que el desenvolupament de l'astrofísica a l'Espanya de la segona meitat del segle XIX va ser molt reduït, va ser l'èxit científic i sobretot polític i social de l'eclipsi de 1900 (i posteriorment del de 1905) el que va possibilitar, de la mà d'una nova comunitat d'astrònoms molt heterogènia —que incloïa professionals, amateurs, jesuïtes, etc.—, l'adquisició de nous instruments i l'aplicació de noves tècniques d'investigació que donaren un impuls vital a l'astronomia, i particularment a l'astrofísica, al país.

## Bibliografía

- AGUILAR, A. (1860), «Mesures prises en Espagne pour l'observation de la prochaine éclipse totale de soleil», *Comptes Rendus*, **50**, 483-484.
- ASTRONOMICAL (1900-1901), «Astronomical publications: Spanish observations of the eclipse of May 28», *Journal of the British Astronomical Association*, **11**, 127.
- CAMPBELL, W. W. (1899), «The wave-length of the green coronal line and other data resulting from an attempt to determine the law of rotation of the solar corona», *Astrophysical Journal*, **10**, 186-192.
- CHAMBERS, G. F. (1901-1902), «The total eclipse of the Sun of 1905», *Journal of the British Astronomical Association*, **12**, 280-281.
- CHAPMAN, A. (1998), *The Victorian Amateur Astronomer: Independent Astronomical Research in Britain 1820-1920*, Chichester, Praxis.
- CIRERA, R. (1905), «Observations magnétiques de l'Observatoire de l'Ebre à l'occasion de l'éclipse de Soleil du 30 août 1905», *Comptes Rendus*, **141**, 1.270-1.271.
- COMAS I SOLÀ, J. (1900), «El eclipse de Sol del 28 mayo 1900», *Astronomische Nachrichten*, **153**, 85-88.
- COMAS I SOLÀ, J. (1905), «Observations sur l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905», *Comptes Rendus*, **141**, 616-618.
- DESPUÉS (1900), «Después del eclipse», *El Heraldo de Madrid*, 30 May 1900, [año 11, nº 3487], 1.
- DIRECCIÓN DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO (1905), *Coordenadas geográficas de puntos comprendidos en la zona de la totalidad del eclipse de sol de 30 de agosto de 1905*, Madrid, Instituto Geográfico y Estadístico.
- ECLIPSE (1900a), «El eclipse de Sol», *El Heraldo de Madrid*, 28 May 1900, [año 11, nº 3485].
- ECLIPSE (1900b), «El Eclipse», *El Imparcial*, 29 May 1900, 1.
- ECLIPSE (1900c), «L'Éclipse de soleil du 28 Mai 1900: Observations de M. de la Baume Pluvinel, à Elche», *Bulletin de la Société Astronomique de France*, **14**, 331-332.
- ECLIPSE (1905), «El eclipse total de Sol de este mes», *El Mundo Científico*, **7**, 527-534.
- EVERSHED, J. (1901), «Wave-length determinations and general results obtained from detailed examination of spectra photographed at the solar eclipse of January 22, 1898», *Proceedings of the Royal Society of London*, **68**, 6-9.
- FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1901a), «Eclipse total de sol de 1900. Nota sobre la longitud de onda de la raya verde (1474K), del espectro de la corona solar», *Revista General de Marina*, [April 1901], 1-15.
- FERNÁNDEZ ASCARZA, V. (1901b), «Nota sobre la longitud de onda de la raya verde (1474 K) del espectro de la corona solar», *Astronomische Nachrichten*, **155**, 23-24.
- FLAMMARION, C. (1900), «L'Éclipse totale de soleil», *Bulletin de la Société Astronomique de France*, **14**, 289-297.
- FONTSERÈ, E. (1900a), «Eclipse total de 28 de mayo de 1900», *El Mundo Científico*, **2**, 403-410.
- FONTSERÈ, E. (1900b), «Resultados generales del eclipse de Sol de 28 de Mayo de 1900», *El Mundo Científico*, **2**, 419-422.
- GIL Y ZÁRATE, A. (1855), *De la instrucción pública en España. Tomo III*, Madrid, Imprenta del Colegio de Sordo-Mudos.
- GINGERICH, O. (1976), «The development of astronomical theory and practice from the 17th to the 20th century», *Vistas in Astronomy* [BEER, A. (ed.)], **20**, 1-9.
- GOZALO GUTIÉRREZ, R.; NAVARRO BROTONS, V. (1995), «Josep Joaquim Lànderer i Climent (Valèn-

- cia, 1841 - Tortosa, 1922). La recerca fora del món acadèmic: astronomia i geologia». A: CAMARASSA, J. M.; ROCA, A. (dirs.), *Ciència i Tècnica als Països Catalans. Una aproximació biogràfica*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, 457-493.
- LÀNDERER, J. J. (1900), «Sur la proportion de lumière polarisée de la couronne solaire», *Comptes Rendus*, **130**, 1.524-1.525.
- LÀNDERER, J. J. (1902), «L'Éclipse totale de soleil des 29-30 août 1905», *Astronomische Nachrichten*, **159**, 125-128.
- LÀNDERER, J. J. (1903a), «L'Éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 au nord de l'Afrique», *Bulletin de la Société Astronomique de France*, **17**, 374-376; i «L'Éclipse totale de Soleil du 30 août 1905», *Bulletin de la Société Astronomique de France*, **17**, 405-408.
- LÀNDERER, J. J. (1903b), «L'Éclipse totale de Soleil des 29-30 août 1905 (Deuxième note)», *Astronomische Nachrichten*, **160**, 309-312.
- LANGLEY, S. P. (1901), «The new spectrum», *Philosophical Magazine*, **2**, 119-130.
- LANKFORD, J. (1981), «Amateurs and astrophysics: a neglected aspect in the development of a scientific speciality», *Social Studies of Science*, **11**, 275-303.
- LÓPEZ ARROYO, M. (2004), *El Real Observatorio Astronómico de Madrid (1785-1975)*, Madrid, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M.; NAVARRO BROTONS, V. (1995), *Història de la Ciència al País Valencià*, València, edicions Alfons el Magnànim.
- MARCH NOGUERA, J.; BATLLÓ ORTIZ, J. (2006), «La llarga preparació dels viatges dels astrònoms i científics a Mallorca amb motiu de l'eclipsi total de Sol del 30 d'agost de 1905». A: BERNAT, P. (coord.), *Actes de la Primera Jornada d'Història de l'Astronomia i de la Meteorologia*, Vic, Agrupació Astronòmica d'Osona i Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.
- MEADOWS, A. J. (1970), *Early Solar Physics*, Oxford, Pergamon.
- MESLIN, G. (1905), «Sur l'eclipse du 30 août 1905 et sur la polarisation de la couronne solaire», *Comptes Rendus*, **141**, 493-496.
- MINISTERIO (1899a), «Ministerio de Hacienda. Reales Decretos», *Gaceta de Madrid*, 14 Octubre 1899 [Año 238; num. 287; Tomo IV], 149.
- MINISTERIO (1899b), «Ministerio de Fomento. Real Decreto», *Gaceta de Madrid*, 8 Noviembre 1899 [Año 238, num. 312, Tomo IV], 477.
- MINISTERIO (1905), «Ministerio de Hacienda. Real Orden», *Gaceta de Madrid*, 11 May 1905 [num. 131], 554.
- MOLINA GARCÍA, V. J.; ORIOLA LAFUENTE, E. P. (2000), *Historia del eclipse total de sol del 28 de mayo de 1900 observado desde Santa Pola*, Santa Pola, Ajuntament de Santa Pola.
- NAVARRO BROTONS, V.; GOZALO GUTIÉRREZ, R. (1996), «Entre "amateurs" i professionals: l'obra astronòmica de Josep Joaquim Lànderer i Climent (1841-1922)». A: PUIG-PLA, C. et al. (coords.), *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica als Països Catalans*, Barcelona, SCHCT, 303-312.
- NORTH, J. (2001), *Historia Fontana de la astronomía y la cosmología*, México, Fondo de Cultura Económica.
- OBSERVATORIO ASTRONÓMICO Y METEOROLÓGICO DE MADRID [ÍÑIGUEZ, F.] (1900), *Observaciones del eclipse total de sol del 28 de Mayo de 1900 verificadas en Plasencia por la Comisión Oficial*, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra.
- PANG, A. S.-K. (2002), *Empire and the Sun*, Stanford, Stanford University Press.
- PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro*, Tortosa, Imprenta Moderna del Ebro de Algueró y Baiges.
- RECENT (1861-1862), «Recent publications», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **22**, 22.

- RUIZ CASTELL, P. (2007), «Astronomía, turismo y comercio: Los eclipses de sol de 1900 y 1905 en España». A: HERRÁN, N. et al. (eds.), *Synergia: Primer Encuentro de Jóvenes Investigadores en Historia de la Ciencia*, Madrid, CSIC.
- RUIZ CASTELL, P. (2008), *Astronomy and astrophysics in Spain (1850-1914)*, Newcastle, Cambridge Scholar Publishing.
- TARAZONA Y BLANCH, A. (1899), *Memoria sobre el eclipse total de sol del día 28 de Mayo de 1900*, Madrid, Observatorio de Madrid.
- TARAZONA Y BLANCH, A. (1904), *Memoria sobre el eclipse total de sol del día 30 de agosto de 1905*, Madrid, Bailly-Bailliere e hijos.
- TEN, A. E.; MOYA CARCEL, T. (1988), «La formación de un astrónomo en la España del siglo XIX». A: ESTEBAN PIÑEIRO, M. et al. (coords.), *Estudios sobre la Historia de la Ciencia y de la Técnica. Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 469-484.
- TOUCHET, E. (1902), «Société Astronomique de France», *Bulletin de la Société Astronomique de France*, **16**, 518-528.
- VELA Y HERRANZ, A. (1906), *Estudio del teodolito y del anteojo de pasos Salmoiraghi y determinación de la latitud de la hora en las estaciones de Plasencia y Burgos*, Madrid, Imprenta de la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico.
- VENTOSA, V. (1902), *Memoria del primer astrónomo del Observatorio de Madrid al director del mismo establecimiento. 1899-1900*, Madrid.