

L'eclipsi total de sol del 30 d'agost de 1905

Vicent F. Soler Selva*

Introducció

El 2005 ha estat declarat per la IUPAP, amb el suport de la Unesco, Any Mundial de la Física. El centenari de l'*annus mirabilis* d'Albert Einstein en què publicà quatre articles, decisius amb la perspectiva d'un segle, ha estat una causa fonamental per a decidir-ne la celebració. A l'Estat espanyol també fa cent anys que s'esdevingué un fet que, encara que no competeix amb l'anterior en reconeixement, fou extraordinari per diversos motius que mostrarem. Es tracta de l'eclipsi de sol del 30 d'agost de 1905.

Un eclipsi de sol tenia en 1905 una gran importància per a la física: permetia fotografiar i estudiar amb detall els gasos incandescents que envolten el Sol —la corona solar— i que restaven invisibles fora de les condicions de l'eclipsi total. Durant el canvi de segle XIX-XX, l'anàlisi espectral de la llum s'havia afermat com un instrument potent, i gairebé únic aleshores, per eixamplar el coneixement de la constitució física i química dels objectes estel·lars. La llum era el missatger i l'espectroscòpia, fonamentada per Gustav Kirchhoff i Robert Bunsen en la dècada dels cinquanta del segle XIX, era l'instrument que permetia desxifrar la informació que aportava la radiació electromagnètica. Els eclipsis de sol constituïen una oportunitat única per a l'astrofísica, emergent aleshores, de fer avançar els fronts de recerca.

El nombre d'eclipsis que es pot observar des de la Terra no és petit, si tenim en compte que els darrers cent anys s'enregistraren 71 eclipsis totals de sol. Però, han de transcórrer centenars d'anys, per terme mitjà, perquè en un determinat lloc de la superfície terrestre s'observen dos eclipsis de les mateixes característiques. A més, la durada de la fase de totalitat, és a dir, quan es fa visible la corona solar, no ultrapassa per a les nostres latituds els 6 min i 30 s; els valors molt inferiors hi són els més freqüents. La natura afavorí la península Ibèrica pel fet que s'hi pogueren observar dos eclipsis totals de sol en un període de només cinc anys: un el 28 de maig de 1900 (Soler, 2000), amb una durada de la totalitat d'1 min i 19 s per a un observador situat a Elx, i un altre eclipsi el 30 d'agost de 1905 que, per a la mateixa fase i des d'Alcossebre, per exemple, tenia una durada

* **Vicent F. Soler Selva** (Elx, 1954) és llicenciat en Ciències Físiques per la Universitat de València (1978) i actualment és catedràtic de Física i Química de secundària. (vicent-soler@wanadoo.es)

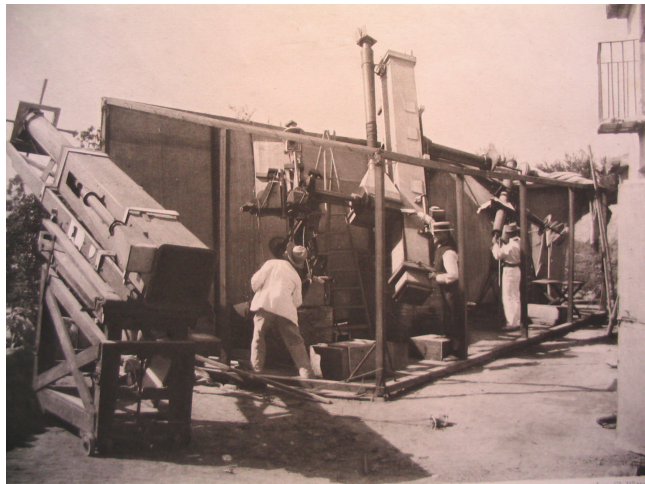


Figura 1: Comissió de l'observatori de París dirigida per Jules Janssen a Alcossebre

de més de 3 min.

Tot plegat féu que es mobilitzaren desenes d'astrònoms d'arreu del món i que cercaren llocs adients de la península i les Illes Balears per instal·lar-hi les seues estacions d'observació. Hem intentat esbrinar algunes claus i l'abast d'aquesta mobilització, quants i quins observatoris ens visitaren, on s'instal·laren, què se'n sabia aleshores, del Sol, quins eren els objectius de la investigació i què aportà al coneixement del Sol i de la interacció Terra-Sol l'observació de l'eclipsi de 1905. Passem a exposar les línies mestres de l'anàlisi d'una extensa bibliografia constituïda majoritàriament per les memòries de diverses expedicions i la premsa de l'època. Estem lluny, però, d'haver exhaurit el treball de recerca sobre aquest fenomen sociocientífic.

L'eclipsi de 1905

Un dels èxits de l'astronomia de posició és la capacitat de predir, molt per endavant, quan s'esdevindrà un eclipsi i quines característiques tindrà. En 1904 l'Observatorio Astronómico de Madrid publicà una llarga memòria en què parlava dels trets fonamentals de l'eclipsi i de les localitats de la península des d'on seria observable; d'altra banda, l'astrònom valencià Josep J. Landerer, col·laborador habitual en la divulgació científica promoguda per *La Ilustración Española y Americana*, anuncià en aquest setmanari el 15 de juny de 1902 l'eclipsi que es podria veure tres anys després. Cada país

publicava unes taules de predicció: *American Ephemeris, Nautical Almanac* (Gran Bretanya), *Connaissance des Temps* (França), etc. De la comparació dels valors calculats amb els observats resultà, en terme mitjà, que l'eclipsi s'avançà 20 s i la durada de la totalitat fou més curta del que s'havia previst, entre 6 i 3 s, segons l'estació.



Figura 2: Comissió de l'observatori Fabra dirigida per Josep Comas Solà a Vinarós

L'eclipsi de sol del 30 d'agost de 1905 es pogué veure des del sud-est de Canadà fins a la mar Roja i Aràbia; en el camí restava la península Ibèrica, travessada obliquament per la meitat nord, seguint una línia que va de la Corunya a Castelló de la Plana, l'extrem més oriental, i després Palma de Mallorca (figura 4). S'esperava que les característiques de l'eclipsi afavoririen la fotografia i l'estudi de la corona solar. En efecte, la durada prevista per a un observador situat en la línia central de la zona d'ombra era de 3 min i 40 s per terme mitjà; quant a l'amplada de la banda de totalitat era d'uns 200 km en la costa mediterrània. En resum, un temps i una amplada unes tres vegades superior a les característiques que presentà l'eclipsi de 1900, i l'ocurrència en una estació de l'any i un lloc geogràfic on les condicions meteorològiques feien pensar en un pronòstic favorable, atragueren l'atenció d'un nombre extraordinari d'astrònoms d'arreu del món.

Per a l'observació de l'eclipsi total de sol del 30 d'agost de 1905 es muntaren al món no menys de vuitanta estacions d'observació; a l'Estat espanyol s'instal·laren prop de la meitat de les comissions científiques, en representació d'igual nombre d'observadors de diferents països (taula 1). Algunes comissions, com la de l'Observatorio de Marina de San Fernando, tingueren més de vint membres especialitzats entre els seus components. D'altra banda, les despeses de les expedicions eren igualment extraordinàries, fins a l'extrem de necessitar ajuts econòmics especials provinents dels governs respectius o de fonts privades per poder-se organitzar. Recordem

que, per exemple, l'Armada britànica posava un vaixell a disposició de l'equip que dirigia Norman Lockyer, o que l'U. S. Naval Observatory, potser l'expedició més completa de totes, envià un esquadró de tres vaixells, dos a Espanya i un altre al nord d'Àfrica, amb les respectives comissions.

És inevitable fer-se la pregunta: per què era tan important l'observació d'un eclipsi total de sol per a la comunitat científica de 1905. Molt abans de principi del segle XX, ja se sabia que el Sol és un estel la presència i les característiques del qual afavoreixen les condicions que calen per a l'aparició i el manteniment de la vida en la Terra en la forma que coneixem. El Sol, però, com a objecte d'investigació, podia ser observat qualsevol dia clar; Galileu, per exemple, ja havia fet un estudi més o menys exhaustiu de les taques solars. Aleshores, per què l'observació d'eclipsis, d'una manera gairebé compulsiva, per tots els observatoris que s'ho pogueren permetre?

No trobem una única motivació. És indubtable que les comissions astronòmiques cercaven respostes a grans interrogants científics. El Sol a la primèria del segle XX continuava sent un desconegut. No se sabia, per exemple, com era produïda tan enorme quantitat d'energia per l'estel. Tan sols s'havia avançat a descartar la hipòtesi de l'origen químic. El Sol només és una estrella, i no de les més brillants, entre una multitud. És, però, la que tenim més a prop; és la que podem estudiar millor. El Sol, doncs, esdevingué el problema capital de l'astrofísica. Quant a la corona solar, només visible aleshores durant un eclipsi total de sol, era, llevat de la fotosfera, la part de l'estel més accessible als instruments de l'època. L'estudi de la corona fou objecte d'atenció especial perquè se suposava que era el reflex dels fenòmens que es produïen en l'interior del Sol.

L'estudi, però, dels possibles condicionaments socials en què es produí, probablement, també aportaria arguments per a justificar la gran mobilització d'astrònoms davant d'un fet com aquest. El manteniment del prestigi d'un observatori astronòmic o fins i tot del nivell de recerca d'un estat hi devien ser presents a l'hora de prendre la decisió d'organitzar determinades comissions. L'astronomia, a més, no tenia paral·lel amb altres àrees de coneixement de les ciències de l'època quant a popularitat, per exemple. El nombre de llibres i revistes de divulgació, associacions i d'observatoris muntats per aficionats era gran durant el canvi del segle XIX al XX. La recerca científica, en general, disposava de reconeixement social i de la consciència que els avenços científicotècnics eren la causa de les millores en les condicions de vida presents i futures.

Fins a la primera meitat del segle XIX, amb l'observació dels eclipsis, se cercava, bàsicament, contrastar el grau de concordança entre les prediccions teòriques sobre la localització geogràfica de l'ombra, hora en què ocorria cada fase de l'eclipsi, durada, etc.; aquests co-

Màxims responsables	Centre d'estudis i comissió	Procedència	Lloc on situa l'observatori
Alexis de Hansky W. Lebedintsev	Observatori de Pulkovo (Sant Petersburg)	Rússia	Alcossebre (Castelló)
Pierre Janssen Gaston Millochau	Director de l'Observatori de Meudon- París	França	Alcossebre (Castelló)
Milan Stefanik	Observatori de Praga	Bohèmia	Alcossebre (Castelló)
Josep J. Landerer	Autodidacta	València	Alcossebre (Castelló)
Martial Simonin Henri Chrétien	Observatori de Niça	França	Alcalà de Xivert (Castelló)
Anibale Riccò	Real Observatori de Catània	Itàlia	Alcalà de Xivert (Castelló)
Marcel Moye	Observatori de Montpellier	França	Alcalà de Xivert (Castelló)
A. de la Baume Pluvinel	Comissionat del Ministeri d'Instrucció Pública de França	França	Alcalà de Xivert (Castelló)
N. de Donitch	Acadèmia Imperial de les Ciències de Sant Petersburg	Rússia	Alcalà de Xivert (Castelló)
Guillermo Mengarini	Universitat de Roma	Itàlia	Torreblanca (Castelló)
Josep Comas Solà	Director de la comissió de l'Observatori Fabra	Catalunya	Vinaròs (Castelló)
L. Cortie John Aidan Liddell	Observatori de Stonyhurst (Col·legi Catòlic de Stonyhurst)	Gran Bretanya	Vinaròs (Castelló)
Alfred Fowler Callendar	Real Col·legi de Ciències de Londres	Gran Bretanya	Castelló
Reyner	Laboratori Nacional de Londres	Gran Bretanya	Castelló
C. M. Chester	Director de l'Observatori Naval de Washington	Estats Units d'Amèrica	Mont Colibre (Illes Columbrets-Castelló)
Franke H. Bigelow	Weather Bureau of Washington	Estats Units d'Amèrica	Tortosa
Norman Lockyer	Solar Physics Observatory	Gran Bretanya	Palma de Mallorca
Wolfbittel	Observatori d'Edimburg	Gran Bretanya	Palma de Mallorca
Josep Algué	Director de l'Observatori de Manila	Filipines	Palma de Mallorca
F. B. Littell, B. A. Anderson E. E. Hayden, M. Bigelow	U. S. Naval Observatory	Estats Units d'Amèrica	Porta Coeli (València)
W. W. Campbell C. D. Perrine	Observatori de Lick (Universitat de Califòrnia)	Estats Units d'Amèrica	Alhama (Saragossa)
W. Eichelberger	U. S. Naval Observatory (Institut Naval dels EUA)	Estats Units d'Amèrica	Daroca (Saragossa)
John A. Miller	Kirkwood Observatory (Universitat d'Indiana)	Estats Units d'Amèrica	Almazán (Sòria)
Tomás de Azcárate	Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando	Espanya	Cerro de Santa Bárbara (Sòria)
Camille Flammarion	Societat Astronòmica de França	França	Almazán (Sòria)
Georges Rayet	Director de l'Observatori de Bordeus	França	Burgos
Georges Meslin	Observatori de Montpellier	França	Burgos
Francisco Ñíguez	Director de la comissió de l'Observatorio Astronómico de Madrid	Espanya	Campo de Lilaila (Burgos)
A. Nippoldt, Luddeling	Observatori de Postdam	Alemanya	Burgos
Friedrich S. Archenhold	Observatori Urania (Berlín)	Alemanya	Burgos
Richard Schnorr	Observatori d'Hamburg Bergedorf	Alemanya	Burgos
Welterding	Leyden	Holanda	Burgos
Alfred Esch M. Baur	Observatori de Valkenburg	Holanda	Burgos
Johnston	British Astronomical Association	Gran Bretanya	Burgos
Abbott L. Rotch	Director de l'Observatori meteorològic de Blue Hill (Boston)	Estats Units d'Amèrica	Huerta de San Juan (Burgos)
Mary Proctor	Associació Astronòmica de Boston	Estats Units d'Amèrica	Burgos
Antonio Gómez	Observatori de Mèxic	Mèxic	Burgos
Augusto Arcimis	Director de l'Observatorio Meteorológico de España	Espanya	Huerta de San Juan (Burgos)
John Evershed	Serà director de l'Observatori Kodaikanal (Índia) en 1911	Gran Bretanya	Pineda de la Sierra (Burgos)
Henri Deslades	Observatori de Meudon-París	França	Burgos
August Lebeuf P. Chofardet	Director de l'Observatori de Besançon	França	Cistierna (León)
Pierre H. Puiseux Maurice Hamy	Observatori de París	França	Cistierna (León)
Benjamin Baillaud	Director de l'Observatori de Toulouse	França	Cistierna (León)

Taula 1: Alguns dels astrònoms que observaren l'eclipsi de Sol de 1905 des de l'Estat espanyol

neixements s'encabien dins del que s'anomena *astronomia de posició*. És durant la segona meitat del segle, amb la introducció de l'espectroscòpia i el desenvolupament de la fotografia, quan s'amplia el camp d'investigació al voltant dels eclipsis; les observacions i els estudis passaren a abordar els problemes relacionats amb la comprensió de la constitució del Sol: la física solar. Els eclipsis de sol de final del segle XIX i principi del XX van viure el pas de l'astronomia a l'astrofísica. L'eclipsi de 1905 està estretament lligat a la física moderna ja que de manera inqüestionable la major part dels programes s'ocupaven del treball d'espectroscòpia. Comas (1906), entre d'altres, féu notar que les qüestions a resoldre en un eclipsi total de sol, per ordre d'importància decreixent, són les següents: primer, les que fan referència a la física solar; en segon lloc, les relacionades amb l'astronomia matemàtica o de posició i, finalment, allò que cau dintre la meteorologia terrestre. Sota el terme *astronomia física*, o *astrofísica*, s'inclouen els treballs d'espectroscòpia, fotometria, polarimetria, fotografia, etc., en definitiva tota la recerca feta a partir de l'anàlisi de la llum provinent del Sol durant l'eclipsi.



Figura 3: Globus enlariant-se a Burgos per observar l'eclipsi de Sol de 1905

Les expedicions científiques més nombroses, encarregades de les observacions astronòmiques i astrofísiques, es completaven amb altres membres que es responsabilitzaven de l'observació i la mesura dels efectes magnètics, òptics, tèrmics, baromètrics, psicomètrics, etc., durant l'eclipsi. Però, al que no tenien previst renunciar cap d'elles és a l'anàlisi, més o menys completa, de la llum del Sol (taula 2). En 1895 es fundà la revista *The Astrophysical Journal* a proposta de G. E. Hale. Aquest justificà la publicació independent d'*Astronomy and Astro-Physics* (1892) perquè els treballs d'astrofísica estaven connectats, en la major part, amb recerca que involucrava l'espectroscòpia, i, al parer de Hale, calia una revista on es trobaren els estudiosos de l'astro-

nomia física dels estels i els físics. Els avenços científico-tècnics tingueren un paper fonamental en l'estudi dels eclipsis. En 1905 s'experimentà per primera vegada o s'amplià el maneig d'alguns d'ells. L'ús de pel·lícules de cel·luloide, de càmeres fotogràfiques amb distància focal superior a 20 m per a obtenir imatges del Sol més grans, l'aplicació d'aparells d'enregistrament fotogràfic continu com ara el cronofotògraf i el cinematògraf, la substitució del prisma de l'espectrògraf per xarxes de difracció, la determinació automatitzada amb cèl·lules de seleni dels contactes de l'eclipsi, l'espectroheliògraf, que permetia obtenir imatges de la superfície del Sol amb llum d'una longitud d'ona determinada, etc., es feien servir en les estacions més modernes.

Moltes comissions coincideixen a assenyalar que un dels objectius principals durant l'observació de l'eclipsi és l'estudi de la corona i molt en particular la capa d'inversió, zona on ocorria el canvi de l'espectre d'emissió a absorció. No és el propòsit d'aquest treball fer una exposició detallada de les recerques fetes en aquest camp. Volem, però, aprofitant la perspectiva que ens dóna el temps transcorregut des d'aleshores, referir-nos a dos objectes d'investigació que s'aborden en gairebé totes les memòries: la identificació del *coronium* i la localització dels planetes intramercurials. Durant l'eclipsi de 1869 Harkenss, Lockyer i Young notaren la presència d'una línia de longitud d'ona de 530,33 nm, línia verda i desconeguda fins aleshores. Els treballs d'espectroscòpia de l'eclipsi de 1905 confirmaven la presència d'aquesta línia i la continuaren atribuint al coronium, que es considerà com un element més lleuger que qualsevol dels coneguts en la Terra, incloent-hi l'hidrogen. El precedent del descobriment de l'heli, identificat per Janssen i Lockyer durant l'eclipsi de 1868, potser afavorí l'acceptació del coronium com un element nou. El trencaclosques del coronium no es resolgué fins que el 1939 quedà establert que no corresponia a cap element nou, sinó a àtoms molt ionitzats del ferro.

L'òrbita de Mercuri al voltant del Sol està sotmesa a un moviment de precessió que no coincideix exactament amb la predicció feta amb la mecànica de Newton. Urbain Le Verrier suggerí en 1859 que la causa d'aquesta anomalia podia estar en l'existència de planetes, *corpúscles* en paraules de l'astrònom francès, intramercurials no identificats fins aleshores. S'arribà a l'eclipsi de 1905 sense haver localitzat el o els fugissers planetes, tot i que ja se li havia donat nom, Vulcà. Moltes comissions, fent servir les millors de la fotografia, incorporaren al seu programa de recerca la localització de Vulcà. Aquest fou un dels motius perquè les expedicions més nombroses, com la de l'observatori de Lick, col·locaren estacions d'observació en llocs apartats, com ara Canadà, Espanya i Egipte. La fotografia, però, no evidencià l'existència de planetes intramercurials de diàmetre superior a 20 o 30 km i per tant es va concloure que en caldrien milers

Comissió	Treball desenvolupat (o previst)	Observacions
Observatori de Besançon	Astrofísica, astronomia de posició, observacions meteorològiques i variacions del magnetisme terrestre	Cel núvol
Observatori de París	Astrofísica i observacions meteorològiques	Cel ras durant la totalitat
Observatori Fabra	Astrofísica i observacions meteorològiques	Cel núvol els primers 50 min de l'eclipsi
Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando	Astrofísica, astronomia de posició i observacions meteorològiques	Cel núvol durant el primer contacte
Observatori de Niça	Astrofísica	Cel ras
Observatori de Bordeus	Astrofísica i meteorologia	Cel núvol
The Lick Observatory	Astrofísica	Cel núvol
The U. S. Naval Observatory	Astrofísica	Cel ras en totes les estacions
Observatori de l'Ebre	Astrofísica, astronomia de posició i observacions meteorològiques i de fenòmens geofísics	Cel núvol

Taula 2: Els programes de les diverses comissions sempre inclouen la recerca en astrofísica

per explicar l'anomalia de Mercuri o, com ja apuntava algun astrònom, s'hauria de pensar en una altra explicació per al peculiar moviment de Mercuri. L'èxit de John Adams i Urbain Le Verrier en explicar la pertorbació de l'òrbita d'Urà, suposant l'existència de Neptú en 1846 i assenyalar, amb la mecànica clàssica, el punt de l'espai on es localitzaria poc després el nou planeta, animà els astrònoms de final del segle XIX i primera del XX a buscar Vulcà. Se sap que el centenari que ara commemorem està lligat a la teoria de la relativitat, que, amb la generalització introduïda també per Einstein en 1915, trobà en l'explicació de la precessió del periheli de Mercuri i la curvatura de la llum d'estrelles llunyanes en les proximitats del Sol —observada per Arthur Eddington durant l'eclipsi total de sol del 29 de maig de 1919— un suport experimental decisiu.

El Sol de principi del segle XX

Se sabia que el Sol a causa de la gravitació governava el moviment dels planetes del sistema solar; s'afirmava, és clar, que era la font de tota l'energia sobre la Terra: ordena els cicles dels éssers vius i n'afavoreix, en primer lloc, l'existència; i és també el gran regulador dels climes. Això seria suficient per a justificar la importància que l'estudi del Sol presentava per a la comunitat científica. Però, al mateix temps, estava estesa la creença que un coneixement més acurat, per exemple, dels cicles que semblava seguir el Sol permetria preveure canvis meteorològics terrestres. Les conseqüències econòmiques que es derivarien d'aquest saber per a l'agricultura i les indústries que es veien afectades en l'activitat per l'oratge serien evidents (Bigourdan, 1905). Es justifica així que dies abans de l'eclipsi sorgiren moltes publicacions en forma de llibres o col·laboracions en els diaris en què s'explicava la tasca dels savis que tingueren el màxim reconeixement dels ciutadans. I que l'astrònom americà, George E. Hale, impulsara la creació d'una comissió solar internacional permanent en 1902 i tinguera suport mundial; la primera reunió es féu en 1904 en connexió

amb l'Exposició Internacional de Sant Lluís i la segona conferència de la International Union for Cooperation in Solar Research a Oxford en 1905.

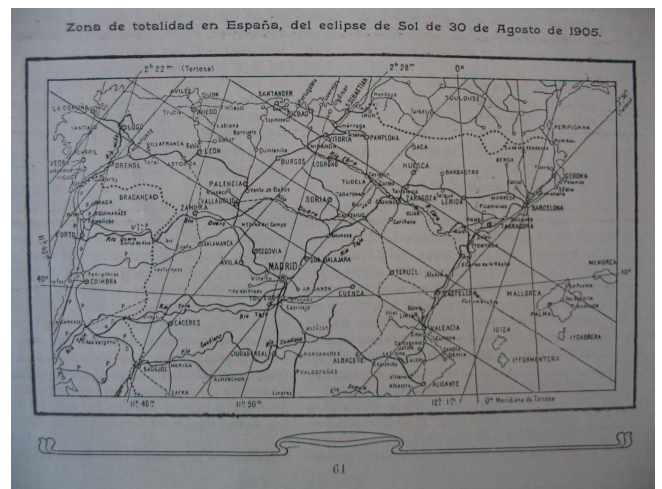


Figura 4: Predicció de la zona de totalitat elaborada per Josep J. Landerer i publicada en l'Almanaque de la il·lustració del 1904

El Sol és entès per Deslandres (1906), i els seus contemporanis, de la manera següent: «La matèria solar, que se'n mostra constituïda per gas i partícules, està en agitació permanent, a més de tenir un moviment de rotació general; la radiació de cada part és variable, i, en conseqüència, també la radiació de l'estel. La imatge del Sol i de l'atmosfera es forma actualment a partir de tres grups de mètodes i d'aparells que atenyen cada part del conjunt. La superfície [fotosfera], que és una capa de partícules, se'n mostra diàriament a ull nu o amb plaques fotogràfiques [...]. L'atmosfera gasosa del Sol (anomenada cromosfera i on es troba la capa d'inversió), que mostra moviments i erupcions violentes [prominències] [...]; la part exterior de la cromosfera és estudiada diàriament [sense que calga esperar l'esdeve-

niment d'un eclipsi] des de 1868 pel mètode de Janssen i Lockyer [...]. L'altra part, l'atmosfera solar superior, [està] constituïda sobretot per partícules i rep el nom de corona [...] és a la corona i a les ejeccions de partícules suposades electritzades i llançades pel Sol amb una gran rapidesa (ions de condensació i electrons) als quals hom atribueix la influència de les pertorbacions solars sobre la Terra [aurores boreals, per exemple].»

Els exemples de la taula 3 mostren com la fotografia i l'espectroscòpia havien desvetlat alguns interrogants al llarg de les darreres dècades del segle XIX. Així mateix l'observació amb telescopi i fotografia permeté fer un estudi exhaustiu de les taques solars, zones fosques, i les fàcules, àrees que destacaven per la intensa lluminositat. Es representava la fotosfera, ja aleshores, com una superfície granular. «La fotosfera és probablement una capa de núvols incandescent, formats per la condensació dels vapors en ser exposats al fred de l'espai» (Young, 1900). L'espectroscòpia n'evidencià els elements constituents. Els més abundants en la cromosfera, per exemple, eren l'hidrogen, l'heli i el calci, d'entre 32 elements perfectament identificats (Mitchel, 1913).

Les altes temperatures que es trobaven a partir de les dades experimentals, al voltant de 6.000 graus en la fotosfera, feien pensar a astrofísics com ara Lockyer que els elements estaven «dissociats» en partícules més petites. Tanmateix, no hi havia consens al voltant de la proposta de l'astrònom britànic. També constituí una revolució el fet d'admetre l'existència de camps magnètics en el Sol, evidenciats per la mesura de l'efecte Zeeman en taques. G. E. Hale, en 1908, suposà que els dolls de gas que emergien del Sol contenien partícules carregades, els moviments de les quals generaven els camps magnètics.

La part visible del Sol anava desvetlant-ne a poc a poc la constitució. Però la comprensió de l'estructura interior de l'estel i l'origen de l'energia continuaven resistint-se a una explicació que trobara consens. Del nucli, no se'n sabia res amb certesa, llevat de suposar que es tractava de gasos, si es tenia en compte la densitat mitjana del Sol i les altes temperatures; no es descartava, com hem dit, que la matèria, a causa de les condicions extremes, estiguera en el nucli en un estat molt diferent dels coneguts a la Terra. Tot i que aquesta hipòtesi, la del nucli gasós, tenia més seguidors, alguns astrònoms encara mantenien la possibilitat que la major part de la massa del Sol fóra líquida.

Quant a l'origen de l'energia, el desconeixement era semblant. L'energia del Sol no podia ser conseqüència d'una combustió, en la forma coneguda. En aqueix cas, ja faria temps que s'hauria consumit, s'afirmava. A principi del segle XX convivien dues teories alternatives a la combustió. Una, la de Mayer, sostenia que l'energia provenia de la col·lisió incessant de meteorits contra el Sol, atrets per la intensa gravetat de l'estel. L'altra teoria fou enunciada per Helmholtz, que atribuï l'origen de

la radiació a una lenta contracció del diàmetre del Sol; aquesta contracció se suposava que anava acompanyada de líquefacció i solidificació d'una part de la massa gasosa. La primera teoria tenia cada dia més objeccions i la de Helmholtz guanyava seguidors. Se sap que el gran repte —la constitució física del Sol— i les lleis que regulen els fenòmens vinculats a aquesta restaran sense explicació, fins que, ben entrat el segle XX, Arthur Eddington obrí una nova via en emetre la hipòtesi de les reaccions termonuclears per explicar les estrelles. S'haurien d'establir les bases de la física moderna per a idear el model explicatiu del Sol que coneixem en l'actualitat.

L'eclipsi de sol de 1905 en l'àmbit català

Durant el segle XIX s'aixecà un gran nombre d'observatoris astronòmics importants en els països més avançats de l'hemisferi nord. L'interès pels eclipsis, l'estudi dels quals permetria desvetlar els misteris del Sol, donà lloc a la fundació, per exemple, en 1888 a Anglaterra del Total Solar Eclipse Comitee, encarregat de coordinar la tasca dels nombrosos observadors d'eclipsis; als Estats Units, en 1898, el comitè organitzat per observar l'eclipsi del 28 de maig de 1900 va portar a la creació de The Astronomical and Astrophysical Society of America. Al final del mateix segle van sorgir arreu d'Europa grans associacions d'aficionats a l'astronomia. La Société Astronomique de France (1887) i The British Astronomical Association (1890) són destacats exemples de societats que ultrapassaven en associats les fronteres del país on es fundaren. Es publicaren revistes per facilitar la divulgació, l'intercanvi en tots els casos, del coneixement i dels avenços que es produïen en astronomia: *L'Astronomie* (1882), *The Journal of the British Astronomical Association* (1890), *Astronomy and Astro-Physics* (1892). Eren molts els astrònoms que, a més de la tasca de recerca, feien esforços per divulgar el saber que sobre aquesta branca del coneixement s'havia assolit. Norman Lockyer, Charles A. Young i Camille Flammarion són només tres autors dels molts que veieren reeditades una i altra vegada les seues obres.

L'interès per l'astronomia també tingué el seu reflex a l'Estat espanyol com ha provat Oliver (1997), i molt en particular a Catalunya i a principi del segle XX. La tasca de divulgació i traducció d'obres de Flammarion per Josep Comas és prou coneguda; com ho són també les contribucions a popularitzar el saber en astronomia a través de la premsa de Josep J. Landerer (Genescà, 1994). L'interès per la ciència en general en el tomb del segle XIX al XX, i molt en particular per l'astronomia, així com l'esdeveniment de dos eclipsis de sol en només cinc anys de diferència, observables des de la península Ibèrica, possiblement contribuïren a impulsar els projectes de construcció de l'Observatori Fabra (1904) i l'Observatori de l'Ebre fundat també en 1904, aquest últim a més cauria sota l'ombra de l'eclipsi de 1905.

Landerer i Comas estaven en contacte amb la comu-

Eclipsi	Observacions
8 de juliol de 1842	Francesc Aragó fa veure l'interés que presenta l'observació dels eclipsis per a l'astronomia física.
28 de juliol de 1851	El primer eclipsi fotografiat.
18 de juliol de 1860	Astrònoms anglesos i l'italià Secchi, a partir de les fotografies de Josep Montserrat, demostren que les protuberàncies tenen existència real sobre la fotosfera.
18 d'agost de 1868	Janssen i Lockyer fan el primer estudi espectral de les protuberàncies solars. Reconeixen un nou element: l'heli.
7 d'agost de 1869	Harkness, Lockyer i Young identifiquen la línia verda en l'espectre de la corona: un nou element, el <i>coronium</i> ? Young mostra la capa d'inversió de la cromosfera.
22 de desembre de 1870	Young obté espectres que revelen la composició química de la cromosfera.
12 de desembre de 1871	Fotos successives a l'Índia, Ceilan i Java confirmen que la corona és un fenomen solar i no depèn de l'atmosfera terrestre.
29 de juliol de 1878	Es demostra la relació entre els canvis periòdics en la corona i les taques solars.
16 d'abril de 1893	Deslandres estudia la regió ultraviolada de la corona. Janssen mesura la seua velocitat de rotació.
9 d'agost de 1896	Les fotografies de Shackleton confirmen la realitat de la capa d'inversió.
22 de gener de 1898	Campbell aplicà el mètode Doppler-Fizeau a la línia verda i mesurà la velocitat de rotació de la corona.
28 de maig de 1900	Deslandres inicia l'estudi de l'espectre ultraviolat de la capa d'inversió. Els treballs de Landerer contribueixen a provar que la llum de la corona està polaritzada.

Taula 3: L'anàlisi de la llum durant els eclipsis mostra la constitució del Sol

nitat científica internacional mitjançant les associacions i les revistes estrangeres que rebien i en les quals escriuien. En particular, Landerer publicà els seus estudis previs sobre l'eclipsi i el pronòstic meteorològic per al 30 d'agost de 1905 en revistes com ara l'*Astronomische Nachrichten* i el *Bulletin de la Société Astronomique de France*. L'astrònom valencià suggerí les illes Columbrets i, en la costa, Alcossebre i Alcalà de Xivert com els llocs més adequats per a observar l'eclipsi. El consell de Landerer estava avalat per l'encert que havia tingut en proposar Elx per a veure l'eclipsi de 1900. Seguint el suggeriment de Landerer, Chester, director de l'Observatori Naval de Washington, instal·là una estació d'observació a les Columbrets; Janssen, director de l'Observatori de Meudon-París, desplegà els seus equipaments a Alcossebre i el comte A. de la Baume Pluvinel, comissionat del Ministeri d'Instrucció Pública de França, s'instal·là a Alcalà de Xivert. Un cel ras els afavorí l'observació del fenomen astronòmic. Però foren molts més els astrònoms que ocuparen indrets fora de les comarques de la Plana, en particular pobles de Lleó, Burgos, Sòria i Saragossa. Tots ells, i encara les estacions de Castelló i Vinaròs, es trobaren amb un cel núvol mentre durà l'eclipsi o que n'entelà alguna de les fases. Alguns observatoris, com ara el de Meudon-París o el Naval de Washington, havien duplicat les estacions al llarg de la zona d'ombra per minimitzar els riscos; i el de l'Instituto y Observatorio de San Fernando, dirigit per l'amic de Landerer, Tomás de Azcárate, canvià finalment Alcalà

de Xivert per Cerro de Santa Bárbara (Sòria) perquè els resultava més fàcil instal·lar-s'hi. Els núvols els impediren observar la primera fase. El treball de Josep Comas a Vinaròs també tingué dificultats (Comas, 1906). L'oratge patit per les estacions de Lleó i Burgos encara fou més dramàtic. Però haver reunit totes les estacions en un mateix lloc hauria estat una decisió més imprudent i perjudicial per a la ciència general, si haguera tocat núvol, com assenyalà un astrònom de l'època.

Menció especial mereix l'Observatori de l'Ebre construït per a estudiar la connexió entre l'activitat solar i diversos fenòmens elèctrics i magnètics sobre el nostre planeta, sismologia i meteorologia. De primer perquè s'inaugurà oficialment poc abans de l'eclipsi de 1905. Era, per tant, una instal·lació moderna amb un programa ambiciós que tenia el reconeixement internacional de Deslandres, Vogel o Branly; en segon lloc, perquè aplegà per al dia de l'eclipsi representants de diversos països, astrònoms dels observatoris de Lió i de Valkenburg (Holanda), de les universitats de Namur i de Lovaina (Bèlgica), dels col·legis de Campolide (Portugal) i de Nymeghen (Holanda), etc., la major part jesuïtes que ocupaven observatoris o col·legis i universitats d'arreu d'Europa. L'Observatori destaca per l'extens programa de recerca previst per a l'eclipsi (Cirera, 1906). Un cel ennuvolat, però, impedí assolir tots els objectius proposats.

No entrem a valorar la importància de l'aportació de les expedicions catalanes, ni espanyoles en general quant al seguiment de l'eclipsi de sol. Els centres capdavan-

ters aleshores, però, se situaven, com se sap, a França, Gran Bretanya, Alemanya i Estats Units. Cal esmentar en el treball de Josep Comas, per la novetat, l'aplicació del cinematògraf espectroscòpic per a enregistrar la capa d'inversió, tot i que, per falta de previsió de l'operador, el treball es veié frustrat perquè es féu servir un rotlló de pel·lícula més curt del que calia. Però, com fa notar Comas en la memòria que escrigué arran de l'eclipsi (Comas, 1906) i en articles que publicà en *Comptes rendus*, tenia dipositades moltes esperances en la utilitat de la filmació dels eclipsis per a la ciència. Pioneres i accidentades foren també les observacions astronòmiques i meteorològiques de l'eclipsi amb tres globus, organitzades pel director de l'observatori de Madrid, Arcimis (1905), des de Burgos.

En resum

El 30 d'agost de 1905 es pogué observar en una ampla zona de la meitat nord de la península Ibèrica un eclipsi total de sol de durada destacable, més de tres minuts i mig. Les tècniques d'anàlisi espectral de la llum s'havien desenvolupat i perfeccionat durant la segona meitat del segle XIX, com una eina fonamental per a l'estudi de la física dels estels, en particular del Sol. L'estudi de la llum de la corona solar, només visible aleshores durant la totalitat, permetia deduir característiques del Sol. El canvi de segle està lligat a l'emergència de l'astrofísica, disciplina que s'ocupava d'aquests estudis i que acabà imposant-se a l'astronomia de posició. Des que Francesc Aragó féu palès, durant l'eclipsi de 1842, l'interès que presenta l'observació dels eclipsis per a l'astronomia física, en cada eclipsi posterior el nombre de comissions

havia anat augmentant. A final de segle el nombre d'observatoris i publicacions es multiplicaren. Per observar l'eclipsi de 1905, més de quaranta comissions d'arreu del món s'instal·laren a l'Estat espanyol. L'astrònom valencià Josep J. Landerer suggerí, després d'un estudi de l'oratge per a la zona de totalitat, indrets de les comarques de la Plana. La coincidència féu que més enllà d'aquests llocs, i per a la major part de les estacions d'observació, un cel ennuvolat els dificultara el seguiment de l'eclipsi. Entre els observadors instal·lats al litoral valencià, cal esmentar una comissió organitzada per Josep Comas en nom de l'Observatori Fabra. En lloc destacat, l'Observatori de física còsmica de l'Ebre, que féu coincidir la inauguració oficial amb l'esdeveniment de l'eclipsi de 1905. Com si la natura se sumara a aquesta commemoració, el 3 d'octubre de 2005 es podrà observar un eclipsi de sol anular en una zona molt pròxima a la d'aquell de fa cent anys.

Agraïments

El nostre agraïment a E. Marco (Departament d'Astronomia i Astrofísica-UV), M. Coves (IES Carrús), M. Genescà (Observatori de l'Ebre), F. Puel (Observatori de Besançon), M. Iacono (Observatori de Blue Hill), F. Launay (Observatori de París-Meudon), P. Planesas (Observatori Astronòmic Nacional-Madrid), L. Maison (Observatori de Bordeus), S. Vaqué (Observatori de la Côte d'Azur-Nice), F. J. González (Observatorio de San Fernando), R. M. Monzó (Biblioteca Gabriel Miró), I. Guardiola (Hemeroteca de València), l'Arxiu Històric-Hemeroteca de Castelló de la Plana i A. Gras (UA).

Referències

- ARCIMIS, A., Viaje astronómico y meteorológico del Urano, *La Ilustración Española y Americana*, **41**, 274–279 (1905). Vegeu també *La Ilustración Artística*, pp. 602–604, 18 de setembre, 1905.
- BIGOUDAN, G., *Les Éclipses de Soleil*, Gauthier-Villars (París, 1905). Biblioteca de l'Observatori de Besançon.
- CIRERA, R., Noticias del Observatorio del Ebro y algunas observaciones del eclipse del 30 de agosto de 1905, *Memorias del Observatorio del Ebro*, **1**, (1906). Biblioteca de l'Observatori de l'Ebre.
- COMAS, J., El eclipse total de sol del 30 de Agosto de 1905, *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, **5**, núm. 24 (1906).
- DESLANDRES, H., Remarques sur l'état actuel des Recherches Solaires et sur les moyens de les améliorer, *Transactions of the International Union for Co-operation in Solar Research*, **1**, 184–193 (1906). Biblioteca de l'Observatori de l'Ebre.
- GENESCÀ, M., *El llegat Landerer a l'Observatori de l'Ebre*, Publicacions de l'Observatori de l'Ebre (Roquetes, 1994).
- MITCHEL, S. A., Wave-lengths of the chromosphere from spectra obtained at the 1905 eclipses, *The Astrophysical Journal*, **38**, 407–495 (1913).
- OLIVER, J. M., *Historia de la astronomia amateur en España*, Sirius (Madrid, 1997).
- SOLER, V. F. (coord.), SERRANO, J., MARTÍNEZ, T., POVEDA, R. i CASTAÑO, J., *L'eclipsi total de Sol de 1900*, Institut Municipal de Cultura - Ajuntament d'Elx (Elx, 2000).
- YOUNG, CH. A., *A text-book of general astronomy for colleges and scientific schools*, Ginn Company (Boston, 1900). Biblioteca de l'Observatori de l'Ebre.
- The Nasa Astrophysics Data System <http://adswww.harvard.edu/>
- Bibliothèque nationale de France <http://gallica.bnf.fr/>