

La Dra. Català i l'observació del Sol als anys cinquanta

Astronomia a la Universitat de Barcelona

*Trini Cadejau
Surye Olarte*



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Facultat de Física
Departament de Física Quàntica i Astrofísica



Institut de Ciències del Cosmos
UNIVERSITAT DE BARCELONA

La Dra. Català i l'observació del Sol als anys cinquanta
Astronomia a la Universitat de Barcelona

Trini Cadefau i Surinye Olarte

Departament de Física Quàntica i Astrofísica
Facultat de Física UB

Institut de Ciències del Cosmos
Universitat de Barcelona

Disseny i maquetació

Surinye Olarte

Fotografies

Gran part dels originals de les fotografies d'aquesta monografia, així com els de les plantilles de les observacions i de les plaques fotogràfiques pertanyen al fons Maria Asunción Català Poch (Universitat de Barcelona. CRAI Biblioteca de Física i Química), que referenciem com a Fons M. A. Català.

D'altra banda, la monografia també inclou fotografies els originals de les quals pertanyen a la família Català, tot i que en el fons de la Universitat de Barcelona s'hi pugui trobar la versió escanejada, aquestes les referenciem com a Família Català.

Crèdits de l'edició

Dipòsit Legal: B 9944-2024

Llicència: CC - BY NC SA

Editor: Josep Maria Paredes (Director del Departament de Física Quàntica i Astrofísica de la UB).

URL: <<http://hdl.handle.net/2445/214041>>

El nostre agraïment als membres del Departament de Física Quàntica i Astrofísica i de l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona, a la família de la Dra. Català i, en especial, a les persones directament involucrades en aquest projecte: Carme Jordi, Francesca Figueras, Eduard Masana, Jorge Núñez, Josep Maria Paredes, José Ramon Rodríguez, Jaume Sacasas i Santiago Vallmitjana. Agraïm també la col·laboració dels Serveis Lingüístics de la Universitat de Barcelona.

Barcelona, maig de 2024

Trini Cadefau

Doctora en Ciències Físiques

Surinye Olarte

Llicenciada en Física

Trini Cadefau va fer la tesi doctoral amb la Dra. Català i posteriorment van col·laborar conjuntament en diversos articles.

Surinye Olarte ha estat membre del Departament de Física Quàntica i Astrofísica de la Universitat de Barcelona.

Pròleg	6
Introducció	8
Antecedents i protagonistes	9
Grubb i l'heliòscopi	11
El telescopi refractor equatorial Grubb	11
L'heliòscopi de polarització de Colzi	12
Observació de taques solars	13
Projecció	13
Coordenades i orientació d'una plantilla	14
Classificació de Zúric de les taques solars	14
Anàlisi de les observacions	15
Comparació d'observacions	16
Evolució de les taques	18
Les pràctiques a la Universitat: efemèrides per a l'observació del Sol	19
Activitat solar i nombre de Wolf	20
Activitat solar	20
Nombre de Wolf	21
La velocitat de rotació del Sol	22
Fotografia	25
L'observació d'un eclipsi de Sol	27
L'aplicació Eclipsi 2.0	28
Observació de protuberàncies	29
L'espectroscòpia	29
Espectroscopi ocular Zeiss	29
Les parts de l'espectroscopi de protuberàncies	29
Protuberàncies observades	31
Una protuberància extraordinària	32
Els resultats de l'observació de protuberàncies	35
Anàlisi dels resultats de les observacions de les protuberàncies	37
Bibliografia	38
Annex I. Maria Assumpció Català i Poch	40

Pròleg

Com es pot veure al títol, aquest llibre va dedicat a la Dra. Maria Assumpció Català i Poch per la seva recerca en física solar. Permeteu-me, doncs, parlar de la «Dra. Català», que és com tots nosaltres la coneixíem a la Universitat de Barcelona.

La primera vegada que vaig veure la Dra. Català va ser quan vaig començar la carrera de Física l'any 1970 i, la darrera vegada, poques setmanes abans de la seva mort l'any 2009. Durant aquests gairebé quaranta anys vaig tenir temps de sobres per conèixer la seva obra docent i científica i fins i tot moltes facetes de la seva personalitat i vida privada. Quan el 7 d'abril de 2009 vaig sentir per Catalunya Ràdio que concedien la Creu de Sant Jordi de la Generalitat de Catalunya a Maria Assumpció Català, només vaig pensar «quin premi tan merescut». Efectivament, segons la web de la Generalitat: «La Creu de Sant Jordi és un dels màxims reconeixements que pot rebre una persona per part de la Generalitat de Catalunya. La distinció té la finalitat de reconèixer les persones que, pels seus mèrits, hagin prestat serveis destacats a Catalunya.» I certament, Maria Assumpció Català complia amb escriu tots els requisits, ja que se li concedia el premi «per la seva tasca científica i la seva activitat acadèmica com a professora universitària d'Astronomia, Física i Matemàtiques». L'any 1975 es va convertir en la primera dona que va ocupar un càrrec d'astrònoma professional al nostre sistema universitari. Membre de diversos projectes de recerca, ha representat l'Estat espanyol a la Unió Astronòmica Internacional.

Vull destacar que el seu excel·lent currículum acadèmic va estar acompanyat, en tot moment, per un clar i destacat tarannà col·laboratiu i la seva capacitat de treball. La Dra. Català mai tenia un no quan es tractava d'ajudar qui li ho demanés. Recordo que quan jo preparava unes oposicions a càtedra d'Universitat, li vaig demanar ajut per confeccionar el programa de les assignatures d'Astronomia i no només em va ajudar en llargues trobades sinó que em va passar tots els seus apunts i escrits sobre tots

Quan el 7 d'abril de 2009 vaig sentir per Catalunya Ràdio que concedien la Creu de Sant Jordi de la Generalitat de Catalunya a Maria Assumpció Català, només vaig pensar «quin premi tan merescut».

i cada un dels temes del programa, un «regal» realment inestimable. També recordo la seva enorme dedicació quan ella tenia més de vuitanta anys i treballàvem en el llibre *Astronomia esfèrica y mecànica celeste* del qual som coautors i va resultar la seva darrera obra.

No és senzill plasmar en un llibre de caràcter divulgatiu, pensat per introduir estudiants i públic en general als mètodes utilitzats per a l'estudi del Sol, la meticulosa, rigorosa i a vegades feixuga, feina feta des de la Universitat de Barcelona per personal investigador divers i, molt particularment, per la Dra. Català. I això és el que han fet Trini Cadefau i Surinye Olarte en l'excel·lent llibre que teniu a les mans. Estem en l'era dels satèl·lits artificials que observen el Sol 24 hores al dia des de posicions situades, a vegades, a milions de quilòmetres de la Terra en òrbita solar, en diferents longituds d'ona, des de ràdio fins a radiació gamma, i en la qual potentíssims ordinadors processen les dades en temps real per a grans consorcis internacionals de recerca, meteorologia espacial i vigilància de les emissions solars que poden afectar greument els nostres satèl·lits i les xar-

xes elèctriques. En aquest llibre trobareu una descripció rigorosa de quins són els principis científics bàsics sobre els quals es fonamenten els estudis del Sol. A més, aquestes activitats de recerca anaven acompanyades amb interminables hores de classe i d'altra dedicació docent a la Universitat. El llibre de Trini Cadefau i Surinye Olarte ens mostra com la Dra. Català i la resta del personal investigador treballaven sense descans per avançar en el coneixement que avui tenim de la nostra estrella, el Sol.

Sense voler fer cap espòiler en aquest pròleg, vull destacar: 1) La interessant introducció històrica sobre la instrumentació utilitzada des de principis del segle XX amb la fundació l'any 1905 per Ignacio Tarazona de l'Observatori Astronòmic de la Universitat de Barcelona, primer observatori universitari d'Espanya. 2) L'exposició detallada de l'estudi de les taques solars, acompanyada per multitud de dibuixos originals, molts d'ells elaborats per Assumpció Català i el seu mestre i col·laborador científic, el catedràtic d'Astronomia Joaquim Febrer, sobre les plantilles dissenyades per a aquest tipus d'observacions i plasmades en taules escrites manualment. És molt interessant llegir les explicacions i els exercicis que es proposen als lectors per calcular, per exemple, el període de rotació solar depenent de la latitud solar i de paràmetres que descriuen l'activitat solar. 3) La descripció de la tècnica de la fotografia solar, com a complement de la visual, molt desenvolupada també per Assumpció Català i que s'acompanya amb diverses de les seves fotografies així com l'ús d'aquesta tècnica per a l'observació d'eclipsis solars i trànsits planetaris, especialment de Mercuri. 4) L'observació de protuberàncies solars amb l'espectroscopi i molts dibuixos fets manualment per la Dra. Català. Especialment, la descripció de la gran protuberància observada el 24 de febrer de 1957 (en ple Any Geofísic Internacional) d'enormes dimensions i també les taules incloses i els exercicis proposats als lectors.

Per acabar, vull destacar que aquest llibre no hauria estat possible sense l'interès personal de les autores Trini Cadefau i Surinye Olarte així com el seu coneixement profund de la persona

i l'obra d'Assumpció Català, que abasta molts més aspectes que els descrits en aquest llibre i que es poden veure a la seva biografia. Per exemple, la Dra. Català va dirigir la tesi doctoral de l'autora Dra. Trini Cadefau sobre l'estudi de l'estructura del núvol d'Oort de cometes, un tema astronòmic molt important però sense relació directa amb les activitats descrites en aquest llibre.

Deixeu-me acabar amb una reflexió personal: la Dra. Assumpció Català va ser una dona pionera, amb un doctorat en Matemàtiques a l'Espanya dels anys cinquanta del segle XX, anys en què l'excel·lent tasca de les nostres científiques quedava del tot invisibilitzada i moltes vegades adjudicada als seus col·laboradors masculins. La Dra. Català va obtenir la primera plaça de professora permanent d'astronomia a Espanya i amb esforç, dedicació i il·lusió va oferir tot el bo i millor d'ella mateixa pel bé de la ciència i va fer una enorme contribució, potser sense ser-ne conscient, per la igualtat de les dones a la ciència, la Universitat i la societat en general. Per això el meu primer pensament quan li van atorgar la Creu de Sant Jordi, «quin premi tan merescut».

Jorge Núñez

Professor catedràtic d'universitat

Departament de Física Quàntica i Astrofísica
Universitat de Barcelona

Introducció

Als anys cinquanta la relació entre fenòmens solars i terrestres era considerada per la comunitat científica una evidència que en feia necessari l'estudi d'una manera exhaustiva i regular. Per dur-lo a terme es va fer un seguiment dels fenòmens transitoris associats al Sol, com ara les taques solars o les protuberàncies. La col·laboració entre diferents observatoris va permetre observar el Sol en tot moment. Aquest va ser un dels objectius de l'Any Geofísic Internacional (AGI), durant el qual es van estudiar els canvis en l'activitat solar i l'evolució de les taques a partir de totes les dades que arribaven a l'Observatori Federal de Zúric procedents d'arreu del món. Des de l'Observatori de la Càtedra d'Astronomia de la Universitat de Barcelona (OCAUB), a l'Edifici Històric de la plaça de la Universitat, s'enviaven diàriament quatre fotografies del Sol.

En aquest text expliquem com s'observava el Sol des de l'OCAUB als anys cinquanta, a partir de material recopilat, recuperat de fonts diverses. Especial menció mereix M. Assumpció Català i Poch, primera dona astronoma reconeguda oficialment en una universitat espanyola, pel seu escrit «La heliofísica» (Català, 1971). Correspon a l'esborrany d'una conferència que va fer a principis de 1971 a l'Agrupació Astronòmica ASTER de Barcelona. El text es va trobar el 2018 i encara que resta incomplet, perquè hi manquen les diapositives a les quals es remet, constitueix una referència de la història de l'observació del Sol a la Universitat de Barcelona, ja que explica què s'observava i els instruments que s'utilitzaven. Ens diu, per exemple, que per a les observacions solars s'utilitzava el telescopi refractor equatorial Grubb, l'heliòscopi de polarització de Colzi, la pantalla per a projecció, l'heliògraf o càmera fotogràfica solar i l'espectroscopi de protuberàncies Zeiss, amb els quals es podien observar la granulació solar, les taques, les fàcules i les protuberàncies.

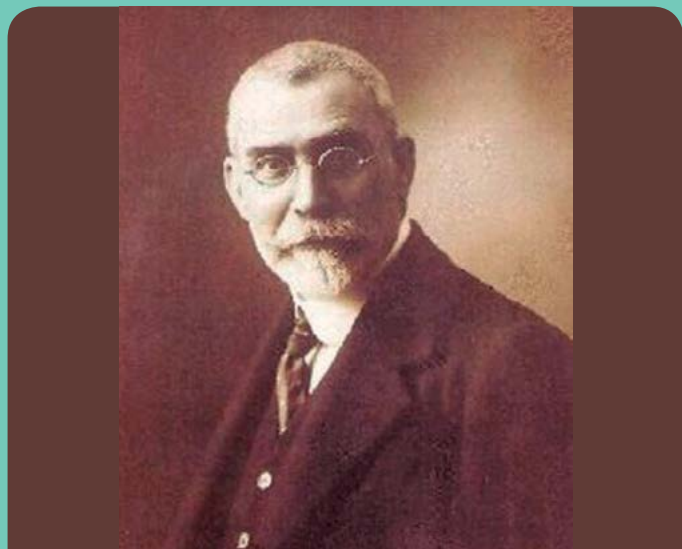
Als anys cinquanta qui s'ocupava de l'OCAUB era el Dr. Joaquim Febrer Carbó, catedràtic de Cosmografia i Física del Globus i d'Astronomia Esfèrica i Geodèsia de la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona. El Dr. Juan J. de Orús Navarro era l'encarregat de les classes pràctiques. L'any 1952 M. Assumpció Català i Poch va començar com a ajudant de les classes pràctiques que formaven part de la docència.

Durant els anys seixanta es va continuar observant el Sol. Als anys setanta els alumnes encara feien pràctiques sobre l'observació del Sol.

Antecedents i protagonistes

Ignacio Tarazona Blach (1854-1924)

Catedràtic de Cosmografia i Física del Globus i d'Astronomia Esfèrica i Geodèsia de la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona. El 1905 va aconseguir el telescopi equatorial Grubb, de 12 cm d'obertura i 1,72 m de distància focal, amb accessoris, per a l'observació de taques solars i espectroscòpia estel·lar, entre d'altres. El telescopi es va instal·lar al jardí de l'Edifici Històric, cosa que va permetre als alumnes fer observacions i conèixer els instruments. Per aquest motiu se'l considera l'impulsor del que seria l'Observatori de la Càtedra d'Astronomia de la Universitat de Barcelona (OCAUB).



I. Tarazona. Font: Univ. de València.

Eduard Fontserè Riba (1870-1970)

Catedràtic d'Astronomia Esfèrica i Geodèsia a la Universitat de Barcelona. Molt reconegut en altres camps, com ara la meteorologia. El 1893 va defensar la tesi doctoral *La rotación solar*, basada en l'observació del Sol, l'espectre en punts oposats del Sol i les variacions del camp magnètic terrestre. Entre les seves publicacions es troben un procediment gràfic per determinar les coordenades de les taques solars, i altres articles sobre la rotació del Sol i estudis solars.



E. Fontserè. Font: Domini públic via W. Commons

Joaquim Febrer Carbó (1893-1970)

Vinculat a la Universitat de Barcelona des del 1921, en un principi com a auxiliar i, a partir de 1931, com a catedràtic d'Astronomia Esfèrica i Geodèsia. En la seva activitat científica destaquen les observacions i els càlculs astronòmics dels elements de petits planetes, tema de la seva tesi; també, l'observació i el seguiment de l'activitat solar des de l'OCAUB. Des de 1957, director del *Boletín de la Sección de Astronomía del Seminario Matemático*, BSASM, de la Facultat de Ciències, on es publicaven les observacions solars de les protuberàncies que es feien des de l'Observatori de la Càtedra.



J. Febrer. Font: Família Català.



M. A. Català. Font: Família Català.

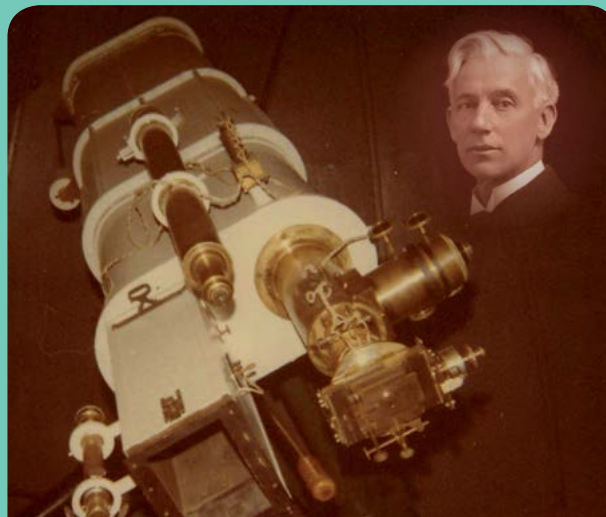
Maria Assumpció Català Poch (1925-2009)

Primera astrònoma professional en una universitat espanyola. L'abril de 2009, la Generalitat de Catalunya li va atorgar la Creu de Sant Jordi en reconeixement de la seva tasca científica i la seva activitat acadèmica com a professora universitària d'astronomia, física i matemàtiques. El 2016 es va donar el seu nom a un telescopi-aula del Centre d'Observació de l'Univers d'Àger, el primer amb nom de dona en tot el territori espanyol.

La seva carrera professional va començar l'any 1952 com a ajudant de classes pràctiques. El 1957 va passar a ajudant de la Secció d'Astronomia del Seminari Matemàtic de Barcelona fins al 1969, en què es va suprimir la secció. Dins de l'Any Geofísic Internacional, el 1957, va treballar en l'observació diària de taques i protuberàncies solars des de l'Observatori de la Càtedra d'Astronomia de la Universitat de Barcelona en col·laboració amb l'Observatorio Astronómico Nacional.

El Mailhat, segon telescopi de la UB

Rafael Patxot i Jubert (1972-1964), industrial del suro i gran aficionat a l'astronomia i a la meteorologia, l'any 1911 va donar el telescopi refractor Mailhat (de 21,7 cm d'obertura amb muntura equatorial i accessoris) del seu observatori de Sant Feliu a la Societat Astronòmica de Barcelona. Per falta de mitjans per instal·lar-lo, i reservant-se el dret d'ús, la Societat el va transferir a la Universitat de Barcelona fins que el 1923, en dissoldre's la Societat, en va fer la donació a la Universitat. La Càtedra d'Astronomia i Geodèsia va utilitzar el Mailhat per a la docència fins que per problemes amb la cúpula va quedar fora de servei.



R. Patxot. Font: Diputació de Barcelona
Telescopi Mailhat. Font: Fons M. A. Català.

L'Any Geofísic Internacional (AGI) – 01/07/1957 - 31/12/1958 (període Chandler)

El seu objectiu va ser agrupar científics de tot el món a participar en una sèrie d'observacions coordinades de fenòmens geofísics (aurores, raigs còsmics, geomagnetisme, física de la ionosfera, activitat solar, geodèsia, gravimetria, sismologia, meteorologia, oceanografia i glaciologia). La seva importància va quedar reflectida tant en l'elevat nombre de participants com en els resultats obtinguts: el descobriment del cinturó de Van Allen, el sondeig del fons marí, les exploracions de l'Antàrtida i l'estudi de la radiació solar, entre d'altres, així com en el fet d'emmarcar el llançament del primer satèl·lit artificial, Sputnik I.

Grubb i l'heliocopi

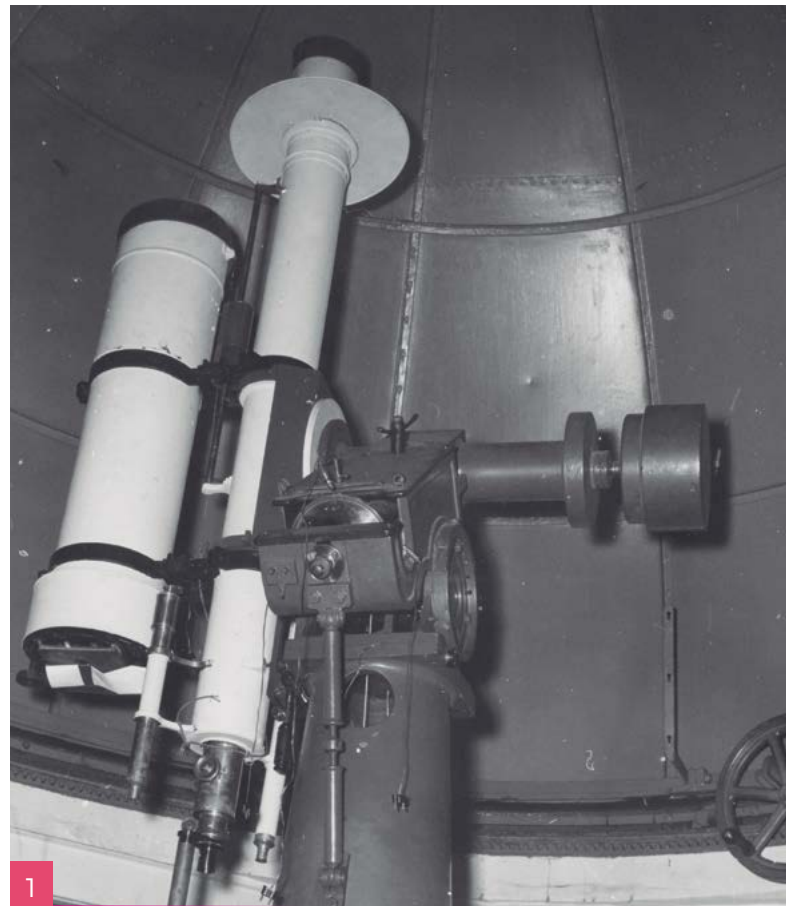
Per a l'observació del Sol a la Càtedra d'Astronomia de la Universitat de Barcelona s'utilitzava el telescopi refractor equatorial Grubb. Anava equipat amb un diafragma a l'objectiu per limitar la llum que hi entrava, i un heliocopi de polarització de Colzi que es col·locava al portaocular per protegir l'ull de l'observador. Aquest muntatge permetia l'observació directa del Sol i la percepció de les estructures fines de la fotosfera, taques, granulació i fàcules.

Les taques solars s'observaven projectant la imatge del Sol en una pantalla que se situava darrere l'ocular. Per evitar-ne la subjectivitat, l'observació visual es complementava amb l'observació fotogràfica, que es feia amb una càmera fotogràfica solar o heliògraf que s'encaixava a l'ocular del telescopi. Per a l'observació de les protuberàncies solars s'utilitzava un espectroscopi ocular Zeiss.

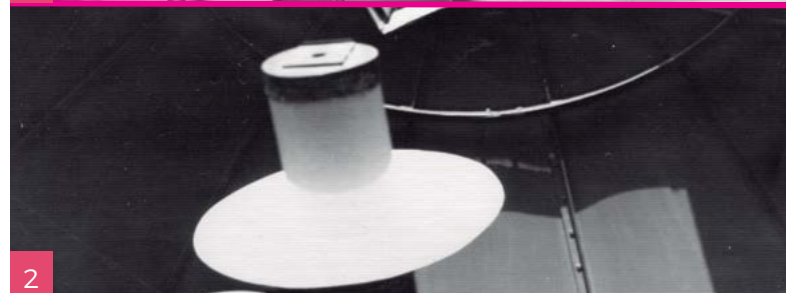
El telescopi refractor equatorial Grubb

Telescopi refractor de muntura equatorial, de 12 cm d'obertura, 1,72 m de distància focal i un pes de 375 kg. En l'interior de la base, el mecanisme de rellotge li proporcionava el moviment de gir al voltant d'un eix paral·lel a l'eix polar. Un sistema d'engrenatges corregien la deriva planetària. La part mòbil del telescopi estava equilibrada amb uns contrapesos ajustables que li proporcionaven gran facilitat de moviment tant en l'eix de declinació com en l'horari, i el feien molt manejable.

Es va comprar l'any 1905 amb els accessoris per a l'observació de taques solars i l'espectroscòpia estel·lar. Es va instal·lar al jardí de l'Edifici Històric de la Universitat de Barcelona. Després del 1939 va ser traslladat a una torre del terrat de ciències del mateix edifici, construït expressament per al seu ús. Als anys setanta es va portar al terrat de la Facultat de Física, a la Diagonal, i hi va ser fins que es va desmuntar l'any 2003. Actualment està exposat al vestíbul de la Facultat de Física.



1

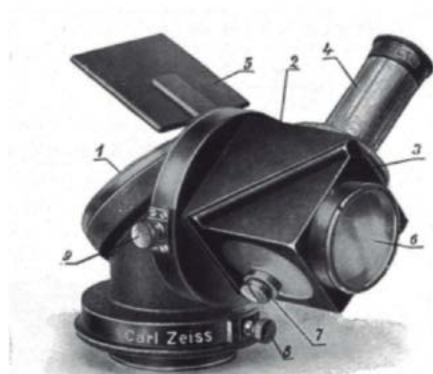


2

1. Telescopi Grubb amb el diafragma.
 2. Vista ampliada del diafragma.
- Font: Fons M. A. Català.

L'heliòscopi de polarització de Colzi

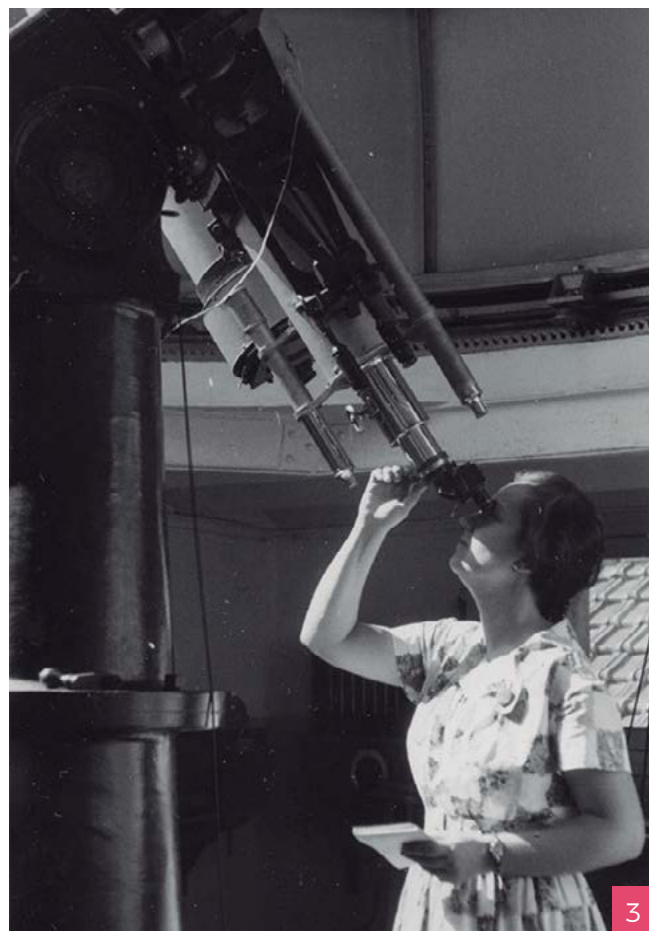
L'heliòscopi es col·locava en el portaocular del telescopi. La seva funció era eliminar gran part de la llum i de la calor del Sol desviant-ne una petita part que arribava a l'ocular passant a través d'un filtre solar.



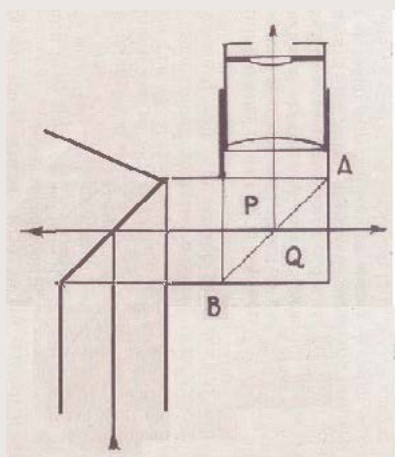
Heliòscopi de polarització de Colzi

- | | |
|--|---|
| 1. Mirall | 6. Membrana transparent |
| 2. Prisma de vidre, P | 7. Vis per reomplir |
| 3. Prisma amb líquid, Q | 8. Blocatge de la posició en rotació |
| 4. Encaix/Funda portaocular per a oculars $f = 25 \text{ mm}$ a 5 mm | 9. Blocatge de la rotació del prisma en el canvi de la lluminositat |
| 5. Mirall protector | |

1



3



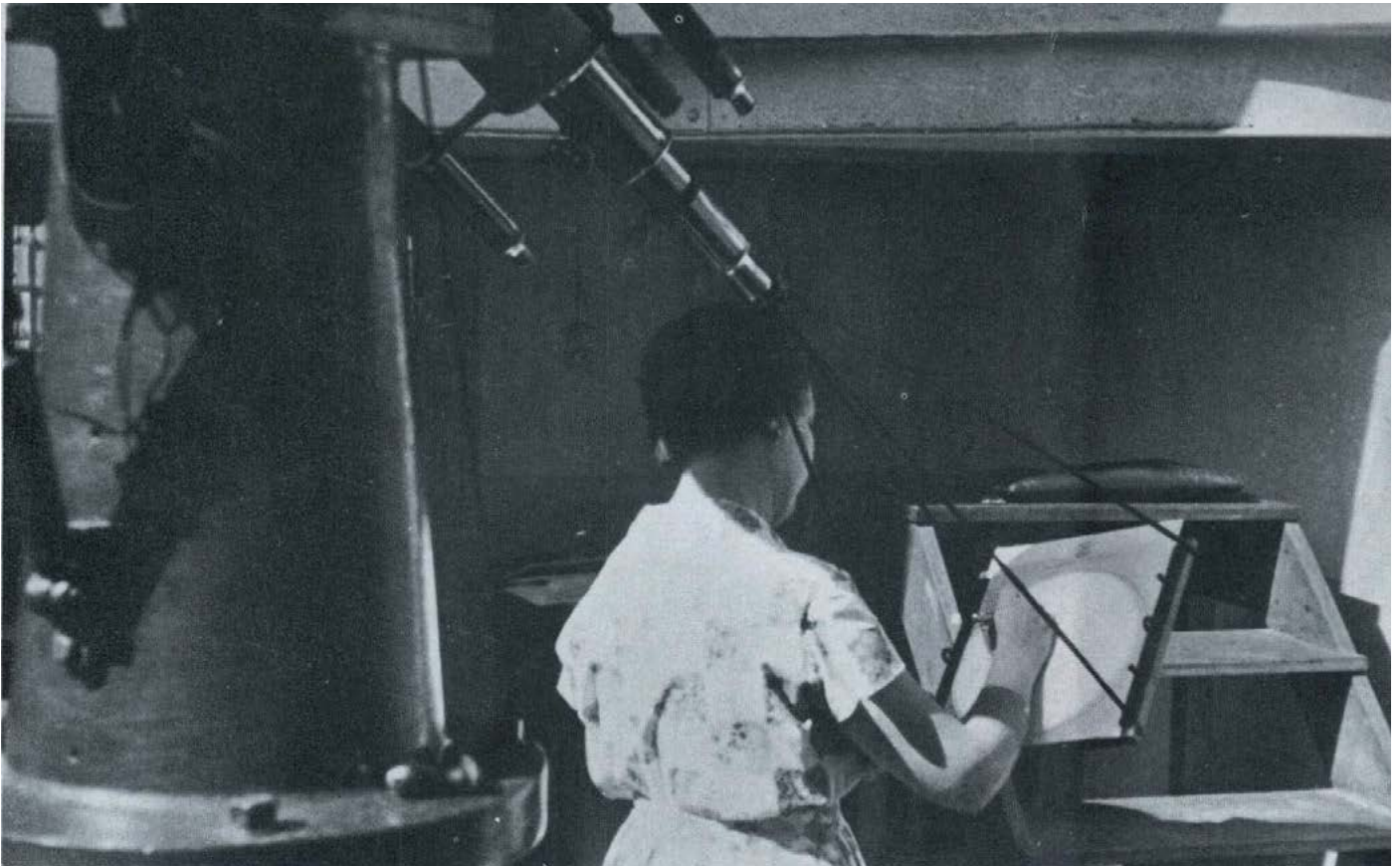
2

Consistia bàsicament en un parell de prismes iguals i disposats tal com mostra la figura. El primer, P, era de vidre i el segon, Q, contenia oli de vaselina amb un índex de refracció quasi igual al del vidre del primer prisma. D'aquesta manera s'aconseguia que sobre la cara AB no hi hagués reflexió total, la major part de la llum passava a través dels dos prismes, i només una petita part de la llum que entrava es desviava i formava la imatge a través de l'ocular.

1. Parts de l'heliòscopi. Font: Catàleg Carl Zeiss 1908.
2. Esquema de funcionament de l'heliòscopi. Font: Catàleg Carl Zeiss 1908.
3. La Dra. Català observant amb l'heliòscopi en el Grubb. Font: Fons M. A. Català.

Observació de taques solars

El càlcul de la velocitat de rotació del Sol i l'avaluació de l'activitat solar es feien per mitjà de l'observació de les taques solars. Els mètodes utilitzats per observar-les eren per projecció de la imatge del Sol en una pantalla situada darrere de l'ocular i per fotografia.



La Dra. Català dibuixant les taques projectades en la plantilla. Font: Família Català.

Projecció

La posició de les taques i grups de taques en el disc solar s'obtenia projectant la imatge sobre una pantalla solidària al tub del telescopi que rotava concèntricament amb l'ocular, cosa que feia més simples i àgils les tasques d'orientació. La imatge resultant era la conjugada de la real produïda per l'objectiu en el pla focal.

Sobre la pantalla es posava una plantilla d'observació on es dibuixaven les taques solars projectades i es recollien les dades de l'observació. Amb el moviment de l'ocular o el desplaçament de la pantalla, la grandària de la imatge del disc solar es feia coincidir amb la del cercle de la plantilla i, un cop aconseguit,

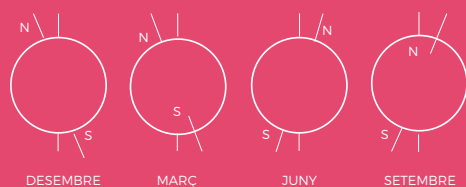
aquesta s'orientava movent el telescopi en sentit horari. Així, els punts de tangència entre la imatge del Sol i el cercle dibuixat determinaven la línia est-oest. Tot seguit es passava a dibuixar, numerar i classificar les taques i grups de taques, treball molt meticulós per al qual calia precisió.

Coordenades i orientació d'una plantilla

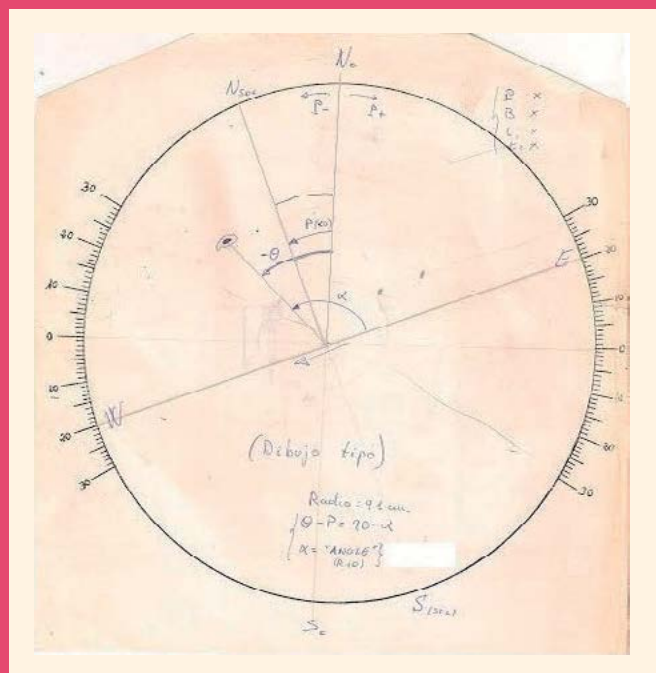
En una plantilla d'observació solar es recollien les dades necessàries per situar les taques.

La plantilla constava d'un cercle dibuixat, amb dues escales laterals que tenien una doble funció: orientar correctament la plantilla i ajudar a determinar les posicions. Un cop orientada la plantilla, els zeros d'aquestes escales fixaven la línia est-oest i, consegüentment, quedava determinada la direcció nord-sud celeste, N_c-S_c .

P és la inclinació de l'extrem Nord de l'eix de rotació del Sol, N_{sol} , respecte al pol Nord celeste, N_c . L'angle resulta de la combinació de l'obliquïtat de l'eclíptica, $23,43^\circ$ i la inclinació de l'eix del Sol, $7,25^\circ$ respecte a la perpendicular a l'eclíptica i varia en les diferents èpoques de l'any.



Pren valors que van des d'uns $-26,32^\circ$ fins a $+26,32^\circ$, positius quan l'eix solar està inclinat cap a l'est i negatius quan ho està cap a l'oest. O i E són els punts oest i est de l'equador solar. La posició d'una taca solar queda determinada per la distància al centre del disc solar i l'angle de posició donat per: $\theta - P = 90 - \alpha$.

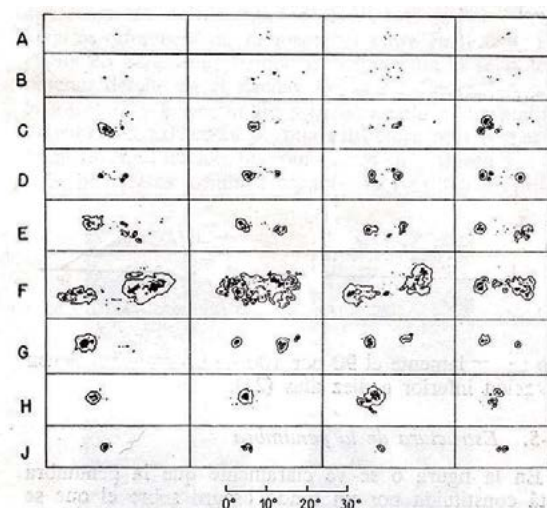


Plantilla d'observació solar. Font: Dr. Jorge Núñez.

Classificació de Zúric de les taques solars

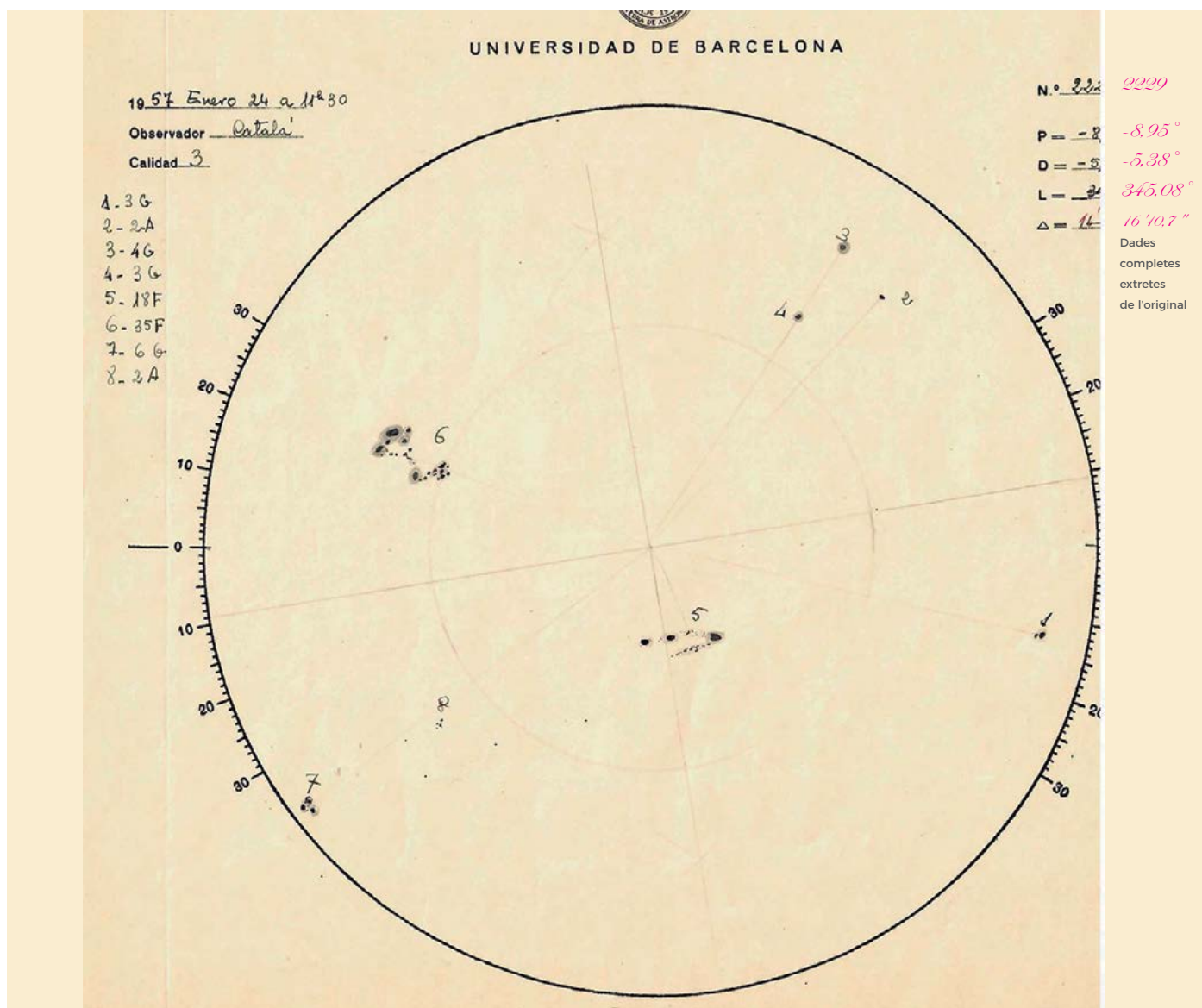
Per poder comparar les observacions era necessari numerar els grups de taques, fer un recompte de les taques i porus que contenen i catalogar-los seguint la *classificació de Zúric*. Els criteris generals d'aquesta classificació eren els següents:

- A. Unipolar. Petit grup de porus sense penombra.
- B. Bipolar. Grup de porus sense penombra.
- C. Bipolar. Taca amb penombra i un grup de porus
- D. Bipolar. Dues o més taques amb porus entremig. Grandària inferior a 10° .
- E. Bipolar. Dues o més taques amb porus entremig. Grandària entre 10° i 15° .
- F. Bipolar. Grup amb taques i porus entremig. Extensió superior a 15° .
- G. Bipolar. El grup comença a desfer-se amb taques als extrems i sense porus entremig.
- H. Unipolar amb penombra. Grandària inferior a 10° .
- J. Unipolar. Taca amb penombra de mida inferior a $2,5^\circ$.



anàlisi de les observacions

Després de l'observació una plantilla recollia totes les dades.



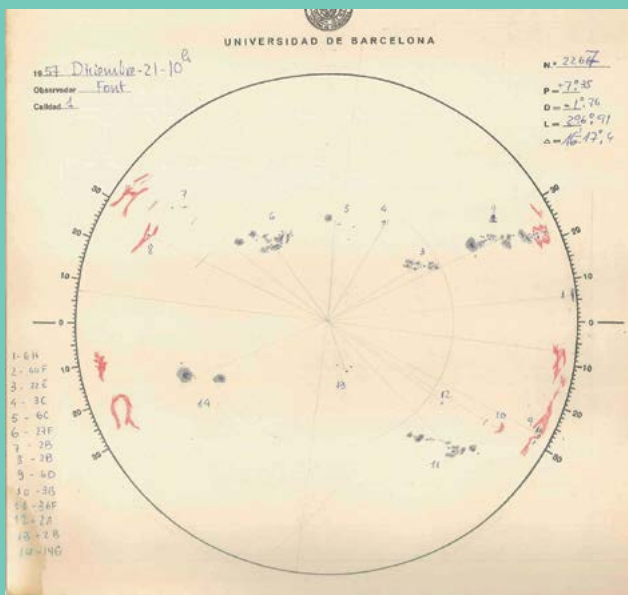
En l'interior del cercle s'hi trobaven numerats els grups de taques solars prèviament dibuixats acuradament, en aquesta observació de l'1 al 8. Les línies auxiliars, molt febles, i les radials, del centre a les taques, facilitaven situar-les i determinar-ne la posició.

A mà esquerra es feia constar la data 24 de gener de 1957; l'hora de l'observació, en TU, 11 h 30 min; l'observador, Català, i la qualitat del cel, 3. Aquesta última es valorava sobre una escala de l'1 al 5. L'1 correspon a condicions òptimes; en aquest cas una qualitat 3 equivaldria que es detectava la granulació al desplaçar la imatge solar i poc contrast entre ombra i penombra. A continuació s'especificava per a cada grup de taques, seguint

la numeració, el nombre de taques i porus solars que contenia i el tipus al qual corresponia seguint la classificació de Zúric. En aquest cas: 1-3G (grup 1, 3 taques, bipolar), 2-2A (grup 2, 2 taques, unipolars), etc.

A mà dreta s'hi feia constar el número de fitxa d'observació 2229 i les efemèrides del Sol on: P és l'angle de posició de l'extrem nord de l'eix del Sol mesurat des del punt nord del llindar solar en el sentit NESO, $P = -8,95^\circ$; D és la latitud heliogràfica del centre del disc solar, $D = -5,38^\circ$; L és la longitud heliogràfica del centre del disc solar, $L = 345,08^\circ$; i ΔL , la variació de la longitud per facilitar el càlcul dels valors intermedis, $\Delta L = 16'10,7''$.

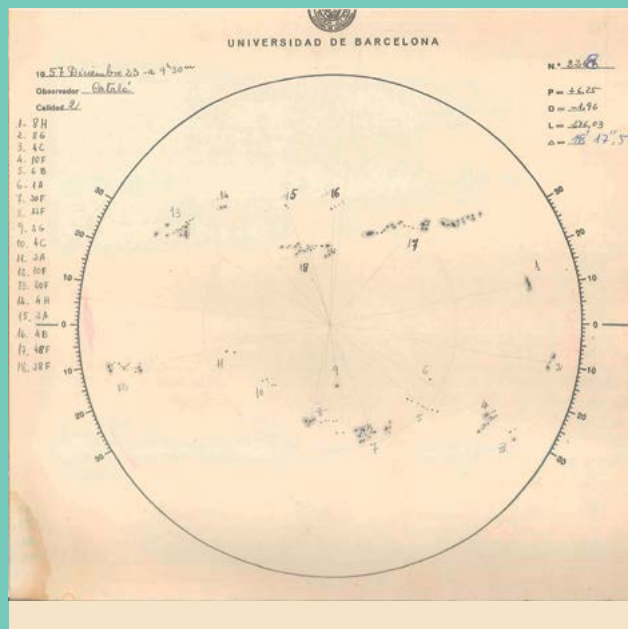
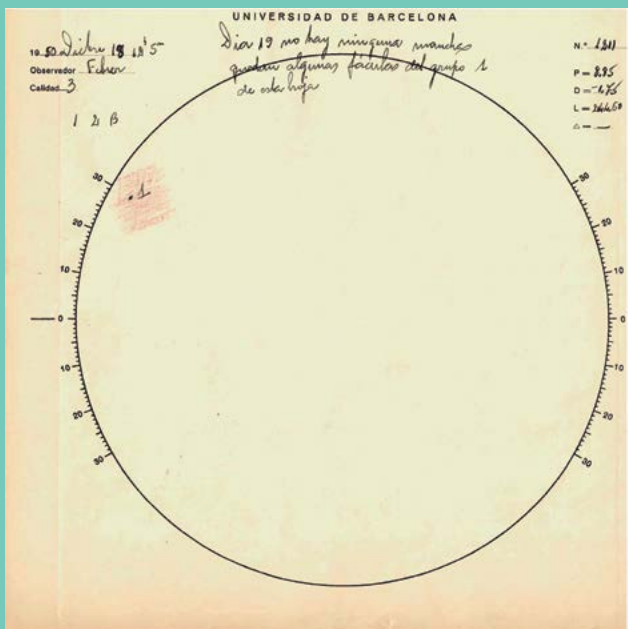
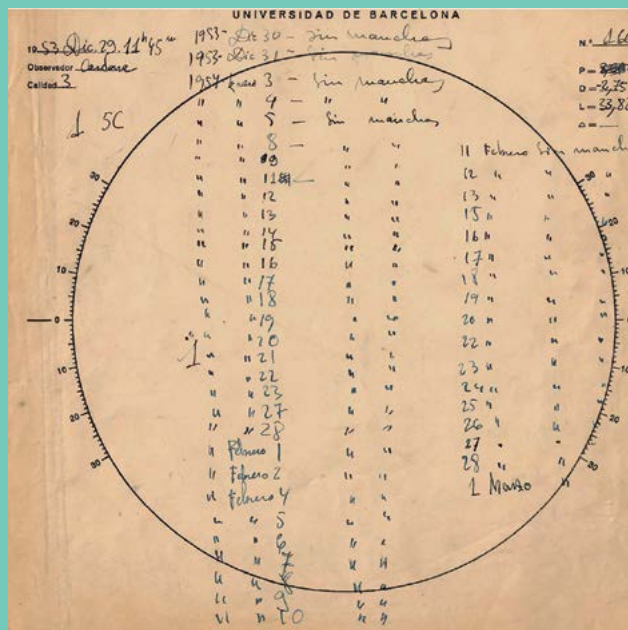
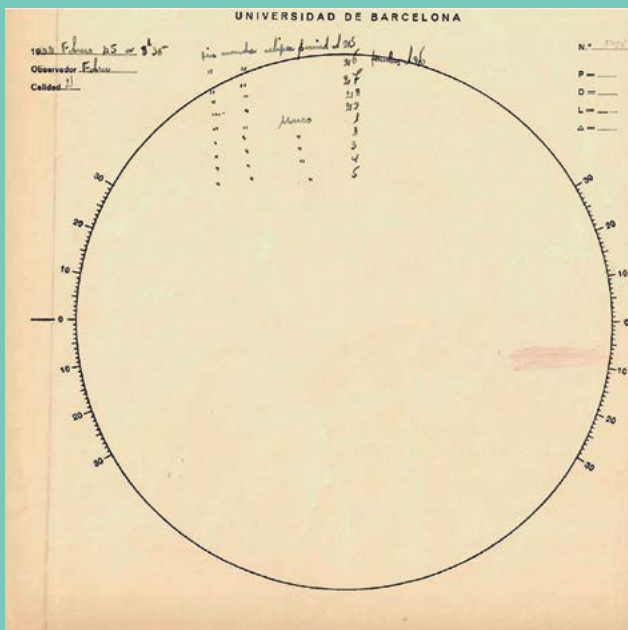
Comparació d'observacions



Plantilles digitalitzades. Font: Fons M. A. Català.

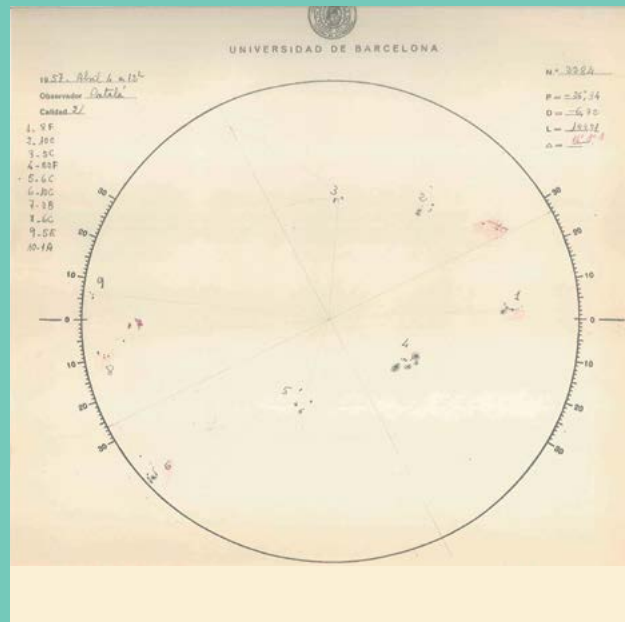
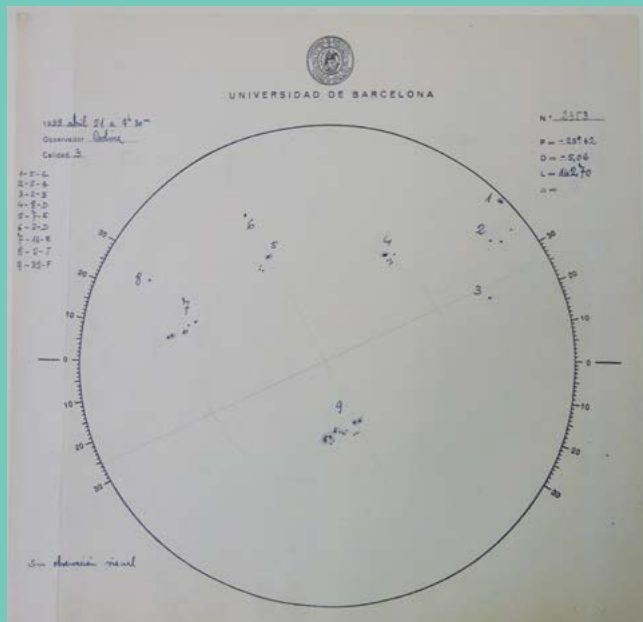
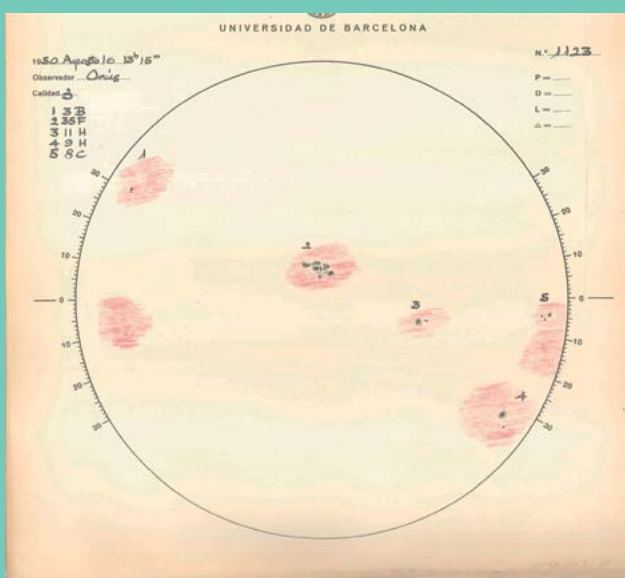
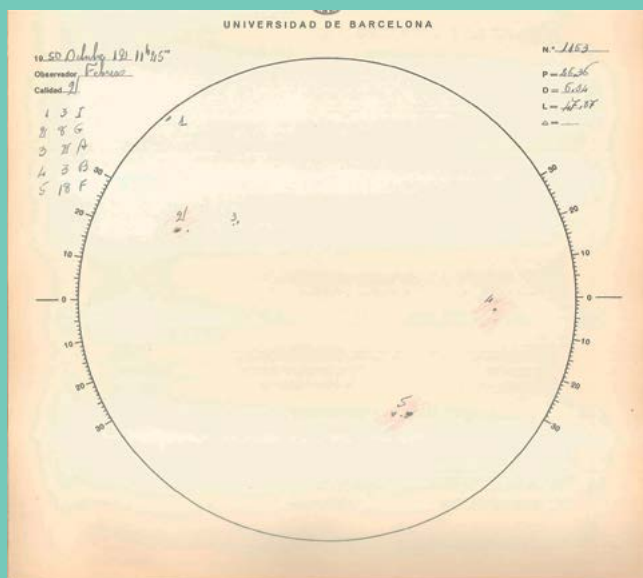
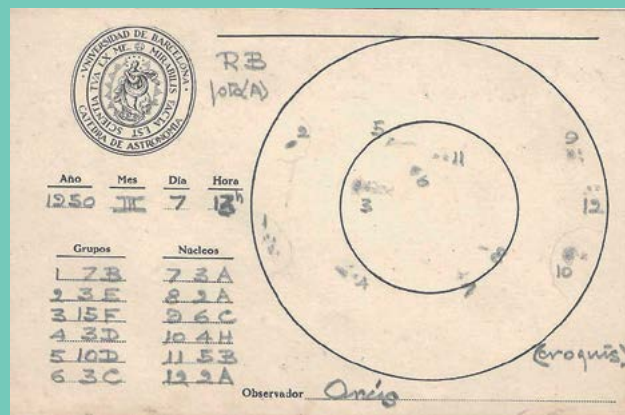
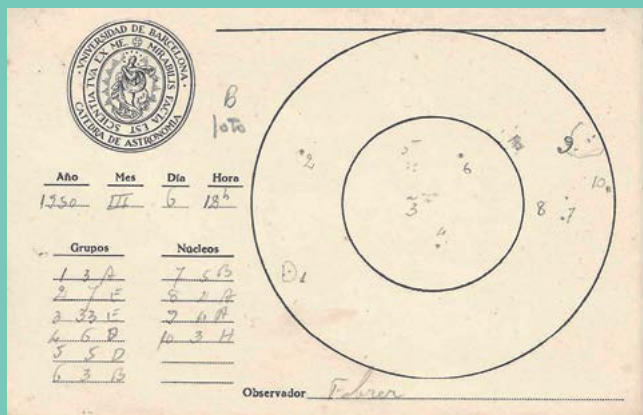
El major o menor nombre de taques observades reflecteix l'elevada o escassa activitat solar.

Algunes plantilles, a més dels dibuixos de les taques, recullen també el de les fàcules, en vermell.



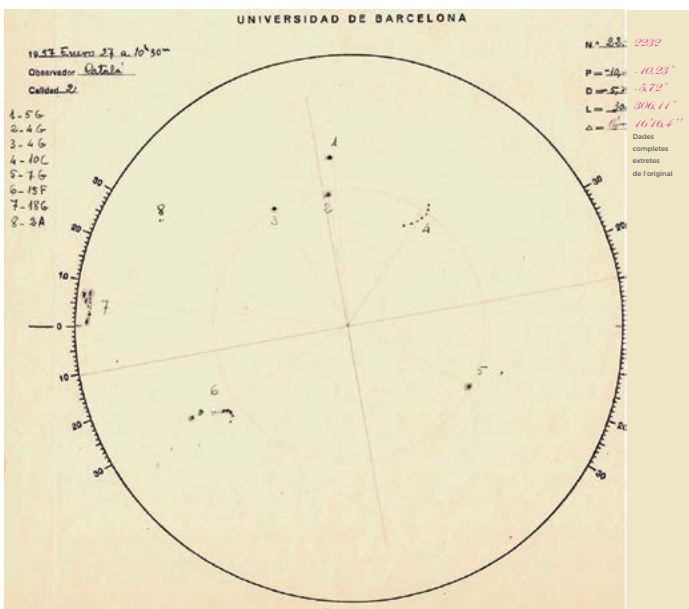
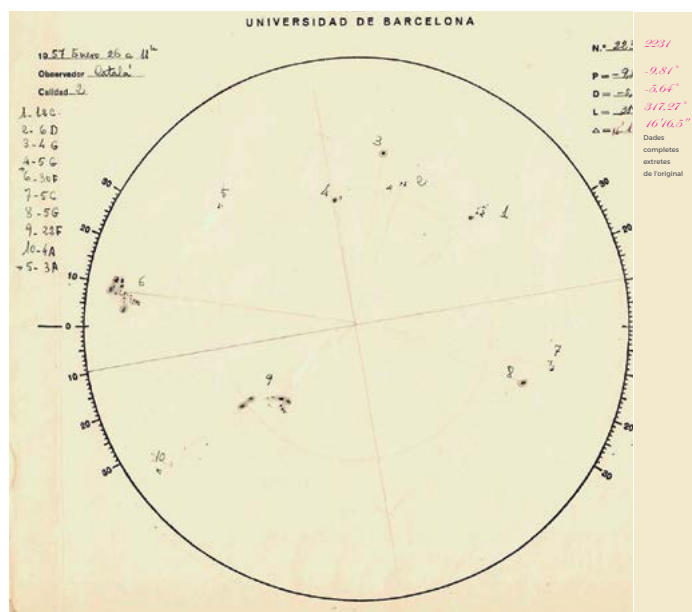
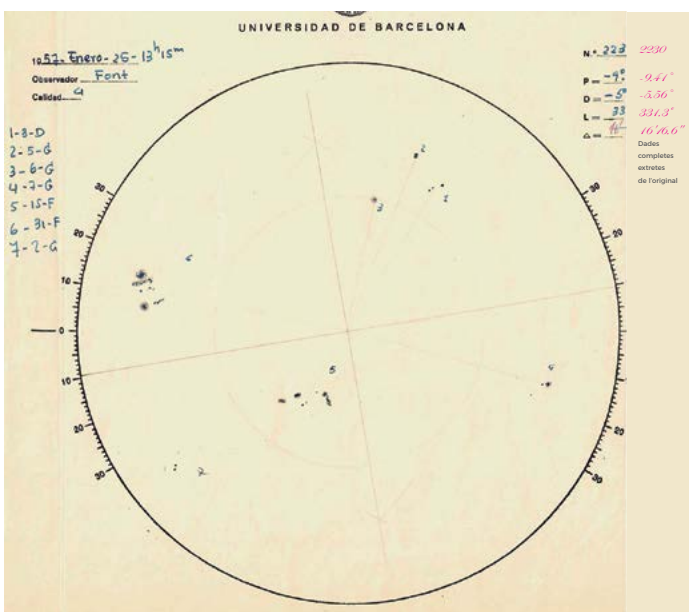
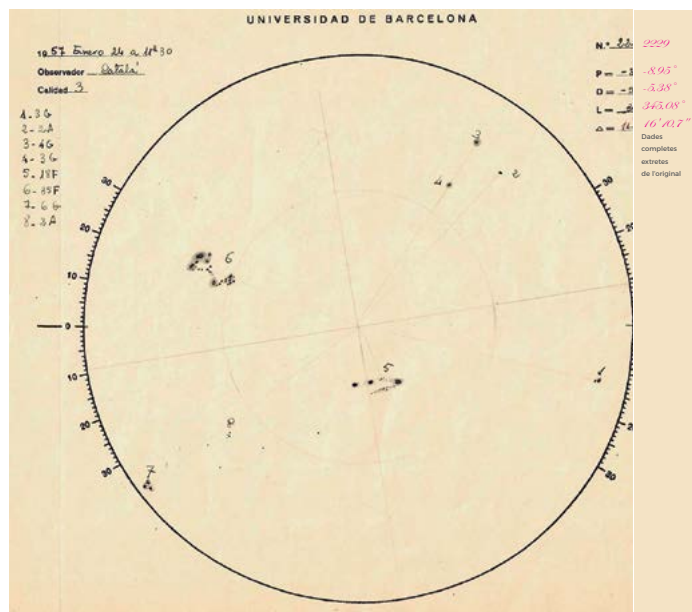
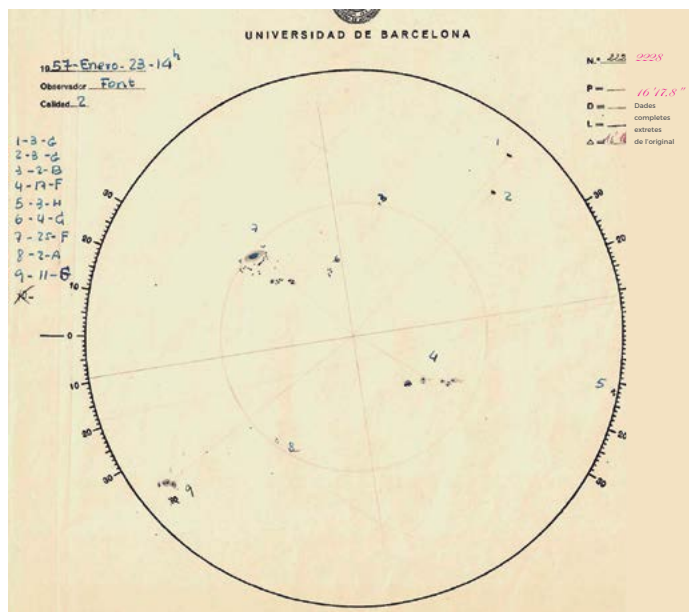
A principi de l'any 1950, per a l'observació del Sol s'utilitzava una plantilla petita en què el diàmetre de la imatge del Sol era de 9 cm i no permetia gaires detalls. A partir de mitjans de març es van començar a utilitzar les plantilles grans, en què la imatge projectada tenia uns 25 cm de diàmetre.

Les imatges següents recullen els dos formats de plantilles. L'estil propi de cada observador es reflecteix en els dibuixos. Font: Fons M. A. Català.



Evolució de les taques

El moviment i l'evolució de les taques sobre el disc solar es trobaven comparant les observacions fetes durant uns quants dies seguits.



Si comparem les observacions d'uns quants dies seguits, per exemple del 23 al 27 de gener de 1957, en què el grup 7 del dia 23 correspon al 6 del 24, al 6 del 25, al 6 del 26, i al 7 del 27:

- Una mateixa taca es veu més allargada quan es troba a l'extrem del disc solar que quan està cap al centre, conseqüència de la perspectiva.
- En algun dels grups sorgeixen nous porus i alguns evolucionen cap a taques.
- El desplaçament de les taques sobre el disc solar és d'est a oest.
- En taques a diferents latituds, s'observa que les més properes a l'equador es mouen a més velocitat que les de latituds més altes.

Les pràctiques a la Universitat: efemèrides per a l'observació del Sol

Una de les pràctiques que feien els alumnes de la universitat era estudiar la rotació diferencial del Sol. Les coordenades heliogràfiques, longitud, L , i latitud, B , d'una taca solar, es determinaven a partir de les coordenades polars (ρ , θ) obtingudes en l'observació.

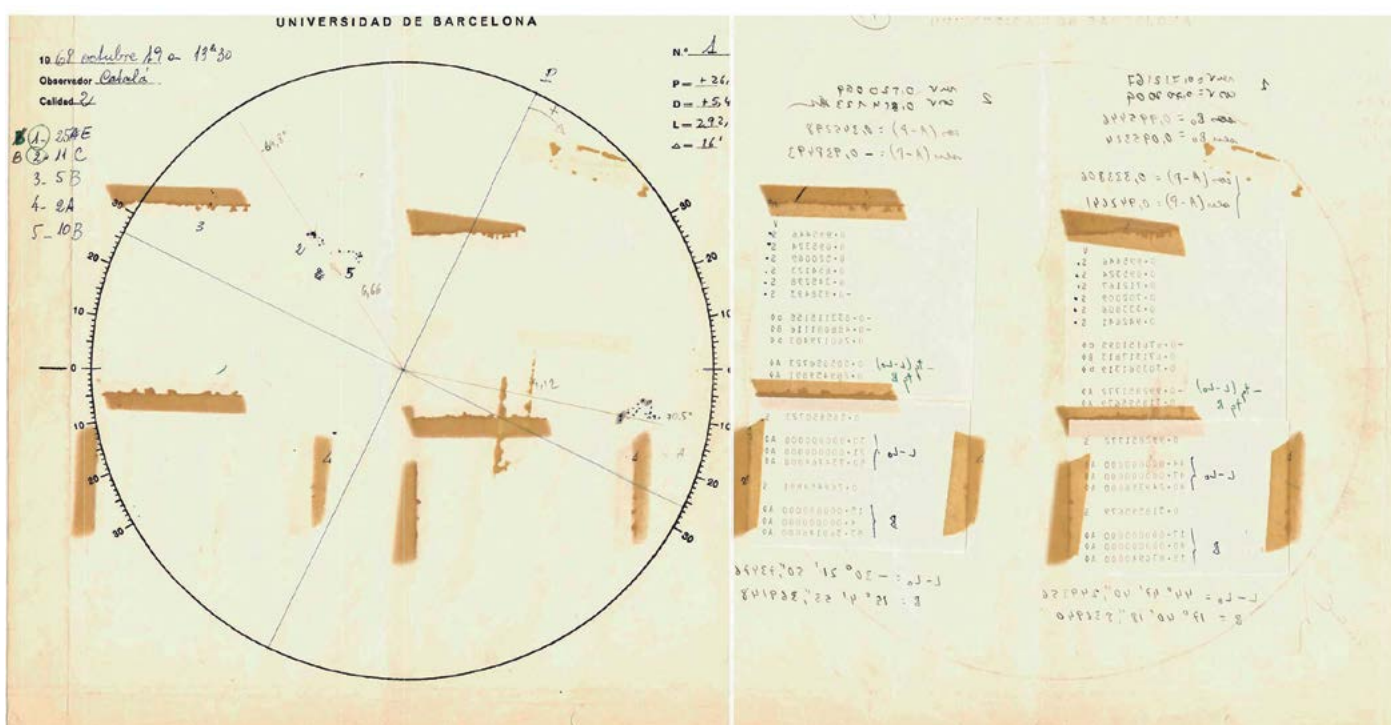
Coneixent l'angle d'inclinació P i la longitud i la latitud heliogràfiques del centre del Sol per l'època d'observació, L_0 i B_0 , es poden determinar les coordenades heliogràfiques L i B d'una taca solar amb coordenades polars, per:

$$\begin{aligned}\cos B \cos(L-L_0) &= \sin B_0 \sin \sigma \cos(\theta-P) - \cos B_0 \cos \sigma \\ \cos B \sin(L-L_0) &= \sin \sigma \sin(\theta-P) \\ \sin B &= \cos B_0 \sin \sigma \cos(\theta-P) + \sin B_0 \cos \sigma\end{aligned}$$

on σ ve donat amb molta aproximació per $\sin \sigma = \rho/s$
on s és el semidiàmetre aparent del disc solar.

ORÚS NAVARRO, J. JOSÉ, CATALÀ POCH, M. ASUNCIÓN, NÚÑEZ DE MURGA, Jorge. *Astronomía esférica y mecánica celeste*. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2007, p. 212-213. ISBN: 978-84-475-3059-5

http://www.publicacions.ub.edu/liberweb/astrofomia_esferica/



En l'anvers de la plantilla utilitzada en la pràctica trobem els càlculs fets amb les dades de l'observació i els resultats.


Activitat solar i nombre de Wolf

Activitat solar


Per poder valorar l'activitat solar, les dades de les observacions es recollien en taules. Les taules anaven classificades pel número de rotació sinòdica del Sol a què pertanyien. Aquesta numeració de les rotacions es deu a Carrington, la número 1 és la que va començar el 9 de novembre de 1853.

Si ens fixem en la taula corresponent al número de rotació 1383, observació 2229 de 24 de gener de 1957, trobem que:

- A la primera columna, encapçalada per l'any 1957, s'indica la data en dies i en centèsimes de dia. Per exemple: 24 de gener 11 h 30 min, és a dir, 24,48 d.
- La segona columna indica el número d'ordre del dia d'observació en cada rotació solar, o dia de rotació, en aquest cas 2.
- A continuació, el nombre de grups de taques i el nombre de Wolf, R, o índex d'activitat solar (en podeu trobar el càlcul en la pàgina següent):
 - » Tot el disc: 8 grups, i el nombre de Wolf, 153.
 - » Zona central: 1 grups i nombre de Wolf, 28
 - » 4 quadrants: NO, 1 grup i R = 45; NE, 3 grups i R = 39; SO, 3* grups i R = 36 (8 taques del grup 5); SE, 2* grups i R = 33 (8 taques del grup 5 estan al SO).
- A les dues últimes columnes s'anotava la qualitat del cel, 3, i l'observador (Ca- Català; Fo- Font).



Rotación 1382



Rotación 1383

1956	D. R.	DISCO TOTAL		ZONA CENTRAL		CUADRANTES								Calidad	Observador
						NW.		NE.		SW.		SE.			
		n.	w.	n.	w.	n.	w.	n.	w.	n.	w.	n.	w.		
Diciembre 27,48	1	11	213	3	87	3	70	3	46	4	80	1	17	4	Ca
28,71	2	10	190	0	0	3	55	4	78	2	40	1	17	3	Fo
29,48	3	11	207	1	14	5*	60	4*	90	2	37	1	18	3	Ca
1957															
Enero:															
1,48	6	10	182	4	74	4	63	1	55	1	12	4	52	3	Ca
3,48	8	11	237	2	76	4	123	0	0	3	46	4	68	2	Ca
4,54	9	7	152	1	20	3	84	0	0	1	16	3	58	4	Fo
5,54	10	10	211	1	16	3	80	0	0	2	41	5	90	3	Ca
6,44	11	9	185	5	72	2	65	2	27	2	28	3	65	3	Fo
7,50	12	11	217	6	92	3	63	0	0	4	57	4	97	3	Fo
8,49	13	9	179	5	118	2	31	0	0	4	69	3	84	3	Ca
9,56	14	5	115	3	84	0	0	0	0	5*	95	1*	20	4	Fo
10,48	15	5	107	2	62	0	0	0	0	5	107	0	0	3	Ca
11,54	16	6	115	1	20	1	14	1	15	4	86	0	0	3	Fo
12,48	17	10	166	1	14	0	0	1	14	6	112	3	40	3	Ca
13,46	18	9	136	2	24	0	0	1	18	5	76	3	42	3	Ca
14,49	19	5	85	1	14	0	0	1	22	1	16	3	47	3	Fo
15,48	20	4	62	2	28	0	0	1	15	2	28	1	18	3	Ca
16,56	21	5	82	3	39	0	0	2	36	0	0	3	46	3	Fo
18,58	23	9	153	4	65	1	16	4	69	1	14	3	54	3	Fo
19,50	24	9	155	4	69	3*	21	3*	45	3	52	3	37	3	Ca
20,46	25	8	167	3	24	1	15	3	62	2	42	2	48	3	Fo
21,54	26	9	153	3	54	1	14	5	85	2	33	1	21	4	Fo
22,52	27	9	159	4	75	2	37	5	69	1	18	1	35	4	Ca

1957	D. R.	DISCO TOTAL		ZONA CENTRAL		CUADRANTES								Calidad	Observador
						NW.		NE.		SW.		SE.			
		n.	w.	n.	w.	n.	w.	n.	w.	n.	w.	n.	w.		
Enero															
23,58	1	9	160	3	76	2	49	3	38	2	33	2	40	3	Fo
24,48	2	8	153	1	28	1	45	3	39	3*	36	2*	33	3	Ca
25,55	3	7	139	2	41	1	41	3	44	2	37	1	17	4	Fo
26,46	4	10	196	2	41	2	53	4	67	2	46	2	30	3	Ca
27,44	5	8	145	3	49	3	54	3	49	1	25	1	17	3	Ca
28,52	6	9	129	3	40	4	53	3	41	1	19	1	16	1	Fo
29,48	7	8	123	2	32	4	51	1	25	2*	29	2*	18	3	Ca
30,55	8	8	120	3	50	3	40	3	47	1	15	1	17	3	Fo
31,48	9	8	121	2	35	3*	39	3*	37	1	15	2	29	3	Ca
Febrero															
1,57	10	6	91	1	18	3	41	1	17	1	14	1	19	2	Fo
2,48	11	4	68	0	0	1	18	1	14	1	18	1	18	1	Ca
3,49	12	7	98	3	43	1	13	1	17	1	13	4	55	3	Fo
6,52	15	6	114	5	87	1	20	0	0	1	23	4	71	3	Fo
7,50	16	5	126	2	48	1	16	0	0	1	27	3	83	2	Ca
9,46	18	7	163	3	69	1	16	1	16	2	55	2	75	2	Ca
10,44	19	10	167	4	82	1	18	2	26	5*	78	2*	56	2	Ca
11,58	20	9	139	4	73	1	13	1	12	6*	75	3*	39	3	Fo
12,50	21	6	96	2	30	0	0	1	14	4	67	1	15	4	Ca
13,54	22	6	94	2	36	0	0	1	15	4	66	1	15	4	Fo
14,48	23	10	162	3	47	0	0	3	42	3	52	4	61	2	Ca
16,58	25	10	162	3	43	2	29	2	34	4	61	2	38	2	Ca
18,53	27	6	105	3	58	2	26	0	0	1	15	3	64	4	Fo
19,51	28	6	111	4	85	2	27	0	0	2*	84	3*	50	2	Ca

Taules d'observacions. Font: Fons M. A. Català.

Nombre de Wolf

L'índex d'activitat solar o nombre de Wolf quantifica l'activitat solar, a partir del recompte de grups i taques solars.

$$R = k(10g + f)$$

- R és el nombre de Wolf. Com més gran és, major és l'activitat solar.
- k és un factor de correcció. Un valor mitjà en el cas de diversos observadors.
- g és el nombre de grups observats, encara que sigui d'una taca.
- f és el nombre de taques i porus.

Càlcul del nombre de Wolf per a l'observació 2229:

Disc total

Grups de taques: 8

Taques: $3 + 2 + 4 + 3 + 18 + 35 + 6 + 2 = 73$

Nombre de Wolf: $R = 80 + 73 = 153$

Zona central:

Grups de taques: 5

Taques: 18

Nombre de Wolf: $R = 10 + 18 = 28$

Quadrants

NO: 1 grup (6) i 35 taques, $R = 10 + 35 = 45$

NE: 3 grups (2, 3 i 4) i 9 taques, $R = 30 + 9 = 39$

SO: 2 grups (7 i 8) i 16 taques (8 taques pertanyen al grup 5), $R = 20 + 16 = 36$

SE: 2 grups (5 i 1) i 13 taques (només 10 taques del grup 5), $R = 20 + 13 = 33$

Amb tots els valors obtinguts en les observacions fetes durant una rotació, es calculava el valor mitjà del nombre de Wolf i així s'obtenia una valoració mitjana de l'activitat solar en dita rotació.

Medial Rotación

D. IL.	DISC TOTAL				ZONA CENTRAL				CUADRANTES				C. MÍTJ.
	N.	E.	S.	O.	N.	E.	S.	O.	NO.	NE.	SO.	SE.	
1288	3,8	81			131,5	8,6	48,2						
1289	3,4	134			131,6	1,5	35,2						
1290	8,3	145,8			131,7	9,4	9,8						
1291	6,9	121,7			131,8	1,3	23,4						
1292	6,5	141,5			131,9	1,7	3,0						
1293	5,9	118,1			132,0	1,6	26,2						
1294	4,7	89,8			132,1	3,0	46,5						
1295	4,4	83,7			132,2	2,3	4,5						
1296	5,7	111,5			132,4	2,1	29,1						
1297	3,6	64,3			132,5	1	15,6						
1298	3,9	67,9			132,6	1,5	22,8						
1299	2,8	57,5			132,7	1,0	29,8						
1300	3,3	69,5			132,8	2,7	29,1						
1301	2,8	62,1			132,9	1,2	19,1						
1302	2,6	63,3			133,0	0,4	1,1						
1303	2,4	48,0			133,1	0,3	5,1						
1304	3,1	59,1			133,2	1,1	21,4						
1305	3,2	90,5			133,4	0,9	14,1						
1306	4,6	138,3			133,5	1,3	22,8						
1307	3,6	109,6			133,5	0,8	8,1						
1308	3,5	67,7			133,6	0	0						
1309	3,1	53,9			133,7	0,1	2,8						
1310	3,2	65,3			133,8	0,8	14,4						
1311	4,3	129,5			133,9	0,5	7,5						
1312	3,1	44			134,0	0	0						
1313	3,8	65,9			134,1	0	1,1						
1314	3,3	36,5											

Rotación

D. IL.	DISC TOTAL				ZONA CENTRAL				CUADRANTES				C. MÍTJ.
	N.	E.	S.	O.	N.	E.	S.	O.	NO.	NE.	SO.	SE.	
1342	0	0			136,9	3,7	25,6						
1343	0	0			137,0	5,3	124,8						
1344	0,7	13,7			137,1	6,6	124,7						
1345	0	0,6			137,2	5,9	122,1						
1346	0	0			137,3	6,7	127,7						
1347	0	0			137,4	5,7	116,9						
1348	0	0			137,5	7,0	125,6						
1349	0,4	5,2			137,6	5,8	114,2						
1350	0,4	5,7			137,7	7,2	123,0						
1351	0	0			137,8	9,2	135,3						
1352	0,4	4,0			137,9	7,0	129,7						
1353	0,2	11,3			138,0	9,4	209,3						
1354	0,4	7,2			138,1	6,4	124,4						
1355	1,4	22,3			138,2	9,4	176						
1356	1,8	23,3			138,3	7,5	129,6						
1357	0,9	15,7			138,4	9,1	129,5						
1358	0,5	7,9			138,5	7,6	143,5						
1359	0,8	12,2			138,6	9,8	128,9						
1360	1,2	23,8			138,7	9,2	145,1						
1361	1,2	23,2			138,8	4,0	129,4						
1362	1,9	30,7			138,9	11,3	177,6						
1363	2,6	36,2			139,0	8,1	125,3						
1364	3,8	57,5			139,1	8,4	189,5						
1365	2,1	32,2			139,2	11,3	212						
1366	4,6	104,5			139,3	14,4	237,8						
1367	4,1	91,5			139,4	12	201						
1368	3,9	124,1			139,5	13,2	257,1						

Aquestes taules* recullen els resultats de cada rotació de l'any 1950 a l'any 1957 (inclòs), els grups de taques diàries, i el nombre de Wolf mitjà. Així, en la rotació 1383, es van fer en total 23 observacions, de mitjana s'haurien observat 7,5 grups de taques diàries, i el nombre de Wolf mitjà obtingut seria 129,6.

* Són les dues úniques taules de resultats d'aquella època trobades a la Universitat de Barcelona. Font: Fons M. A. Català.

Activitat proposada**Càlcul del nombre de Wolf.**

Escolliu una de les observacions anteriors (2228, 2230, 2231 o 2232) i calculeu-ne el nombre de Wolf per al disc total, per a la part central i per als quatre quadrants.

La velocitat de rotació del Sol

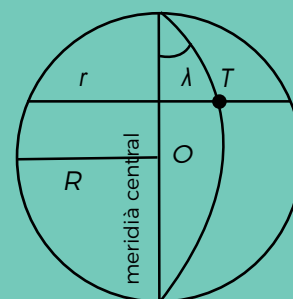
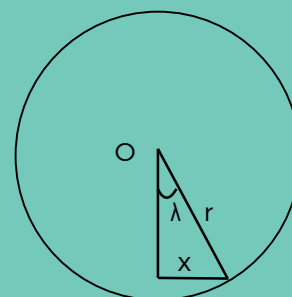
Una forma senzilla per calcular aproximadament la velocitat de rotació del Sol a nivell de secundària és la que va proposar M. A. Català en un congrés sobre l'ensenyament de l'astronomia (Català, 1994). En presentem un resum:

Si no tenim en compte l'esfericitat del Sol, pel fet de ser molt petita la inclinació dels seus eixos respecte al pla del cel, podem aproximar la trajectòria d'una taca sobre el disc solar a una recta que ens determina una corda del disc. La perpendicular a aquesta corda dibuixada pel centre de la imatge determina el meridià central i, per tant, l'eix de rotació. Ara bé, si considerem el Sol com una esfera i que les taques segueixen els paral·lels solars, la trajectòria d'una taca que no es trobi sobre l'equador solar serà una circumferència de radi, r , més petit que el radi del Sol, R , $r < R$.

Aleshores, si λ és la longitud d'una taca a partir del meridià central, veurem la taca projectada a una distància x del meridià central.

$$x = r \sin \lambda$$

Si podem observar la taca durant uns quants dies, tindrem x i r i calculem λ per a cada un d'aquests dies.



La velocitat de creixement de λ és la velocitat sinòdica del Sol (velocitat de rotació del Sol observada des de la Terra). Per determinar el període sideri del Sol, P , hem de tenir en compte el moviment de la Terra al voltant del Sol.

$$P = \frac{A \times S}{A + S}$$

S , el període sinòdic de rotació del Sol en dies.

A , el període de translació de la Terra al voltant del Sol en dies (un any).

P , el període sideri de rotació del Sol.

Nota:

El període de rotació sinòdica del Sol és el període de rotació observat des de la Terra, és a dir, l'interval de temps en el qual la longitud heliogràfica del centre del disc solar varia 360° és d'uns 27,2753 dies. No coincideix amb el període de rotació sideri o real del Sol, que és d'uns 25,4 dies, a causa del moviment de la Terra al voltant del Sol.

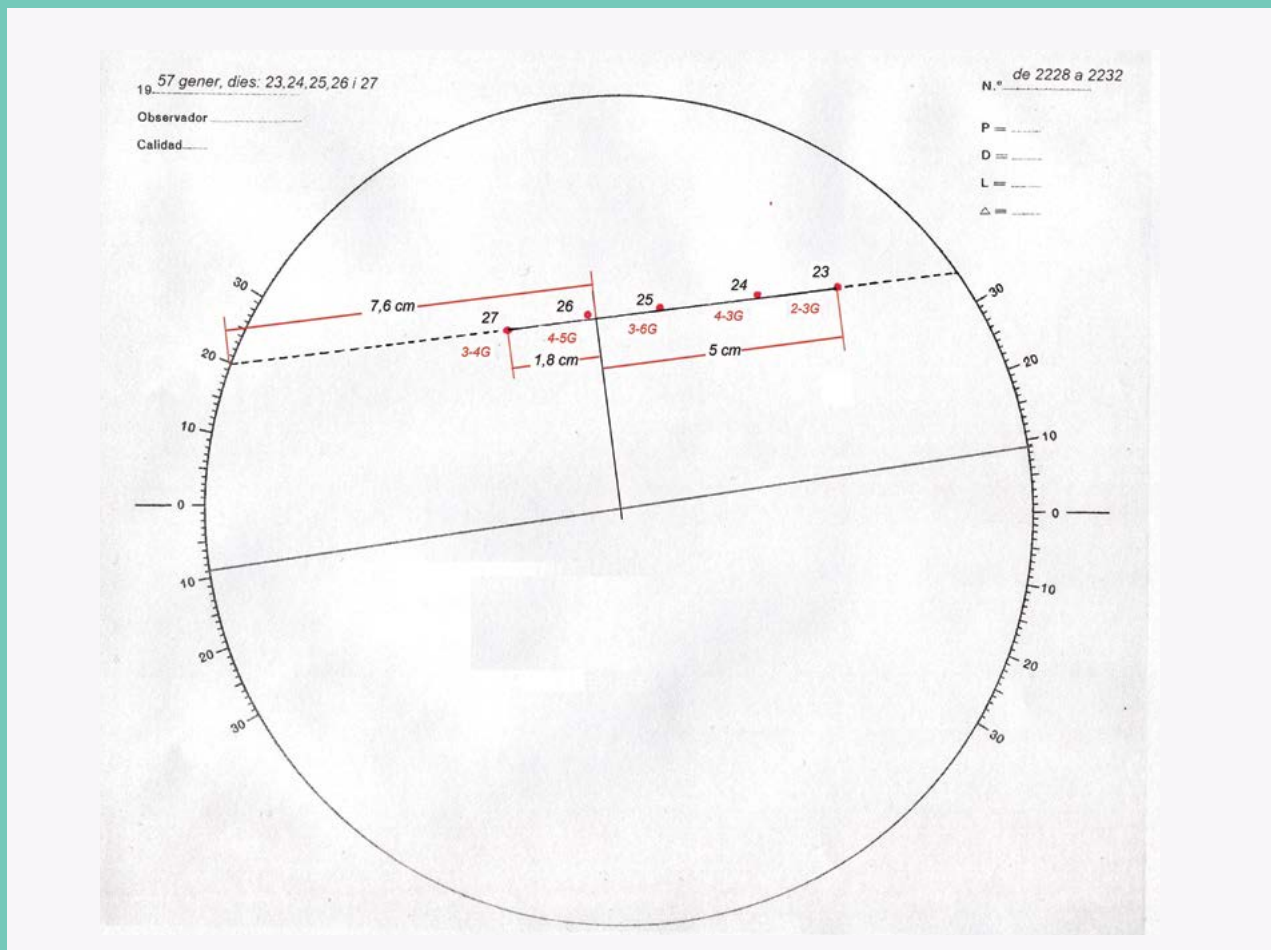
Activitat proposada

La velocitat de rotació del Sol

Donat un conjunt d'observacions del Sol corresponents a diferents dies consecutius, superposeu-les guardant la mateixa orientació per a totes, mirant que es puguin reconèixer les taques que corresponen a cada observació per tal que quedi clara l'evolució de cada un dels grups de taques i el seu moviment. Podeu fer-ho de forma digital en un arxiu imatge amb capes semitransparents o bé a mà, utilitzant paper vegetal.

Trieu una taca procurant evitar les taques properes al llindar a fi de minimitzar errors i dibuixeu la recta que s'acosti millor a les posicions que ha anat ocupant. La perpendicular a aquesta recta que passa pel centre del disc solar serà l'eix de rotació. Fixeu així el centre de la circumferència que segueix la taca i determineu el valor del radi, r . Mesurant els valors extrems, x , de les posicions que ha ocupat, trobeu els valors extrems de la longitud λ , tenint en compte el temps transcorregut, calculeu el període sinòdic de rotació del Sol P i, consegüentment, el període sideri.

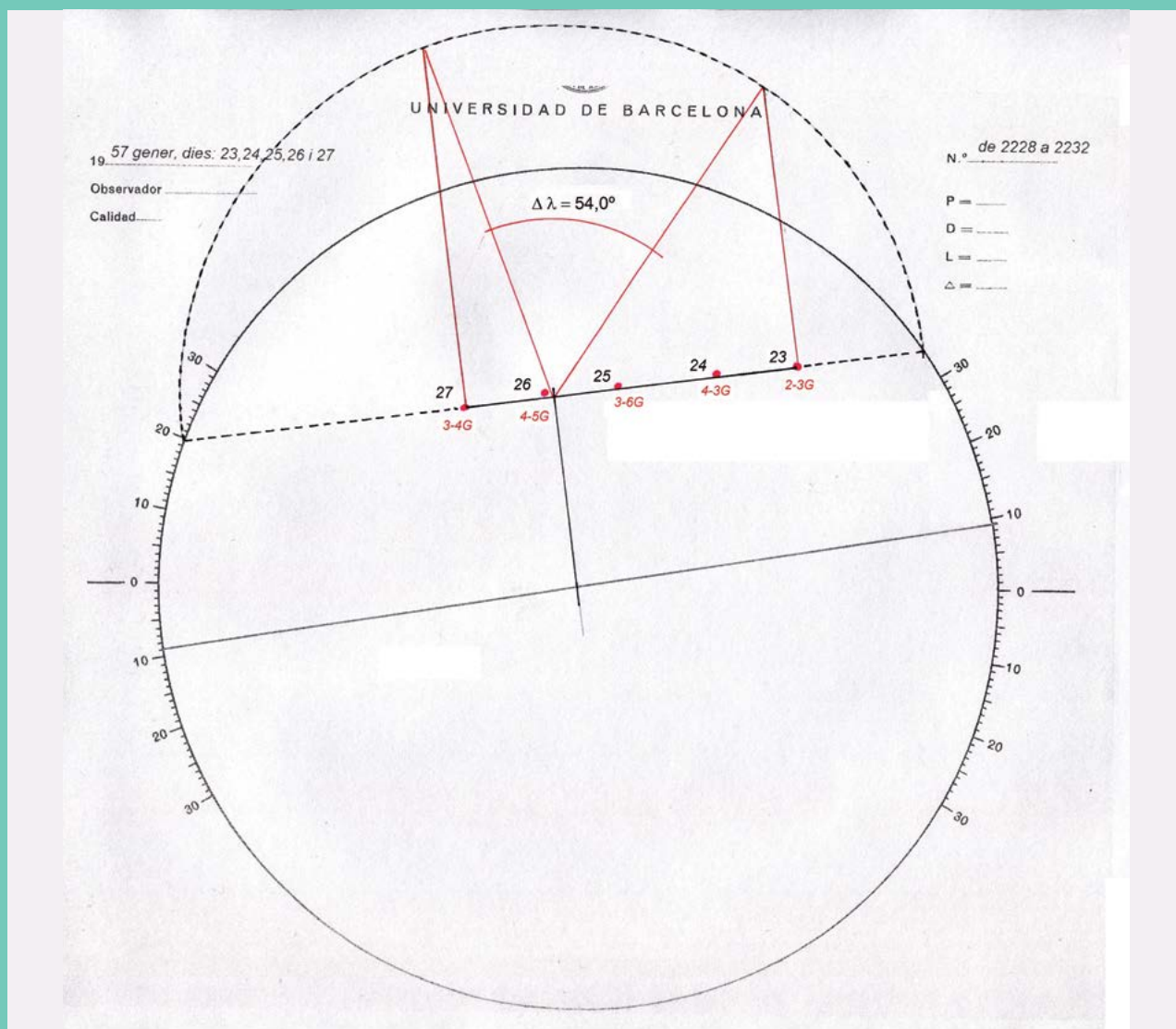
Exemple: observacions del 23 al 27 de gener de 1957. Evolució del grup 2 del dia 23 de gener.



Grup taques	r	t	Δt	x	$\lambda = \arcsin(x/r)$	$\Delta \lambda$	S	$P = A \times S / (A+S)$
dia 23 - 2 - 3G dia 24 - 4 - 3G dia 25 - 3 - 6G dia 26 - 4 - 5G dia 27 - 3 - 4G	7,6 cm	23/01/1957 a 14 h	3 d 20 h 30 min = 3,8542 d	$x_1 = -1,8$ cm	$\lambda_1 = -13' 7''$	54,8°	$S = \frac{360^\circ \times 3,8542 \text{ d}}{54,8^\circ}$	$P = \frac{365,25 \times 25,31}{365,25 + 25,31}$
27/01/1957 a 10 h 30 min		$x_2 = 5$ cm		$\lambda_2 = 41,1^\circ$	= 25,3 d $S = 25 \text{ d } 8 \text{ h}$		= 23,7 d $P = 23 \text{ d } 16 \text{ h}$	

Una forma alternativa per trobar la variació de la longitud d'una taca, és fer-ho gràficament, ja sigui a mà o utilitzant algun programa d'edició gràfica: determinat el centre i el valor del radi de la circumferència que segueix la taca, es dibuixa una semicircumferència de radi r , sobre aquest es projecten els valors extrems de les posicions de la taca. Es tracen els radis de les dues posicions, l'angle que determinen és la variació de longitud.

Exemple: en aquest cas, directament del dibuix determinem per la variació de la longitud $54,0^\circ$ i, procedint de la mateixa manera, trobem un període sinòdic de 25,7 dies, que correspon a un període sideri del Sol de 24,0 dies.



Observant taques a diferents latituds del Sol i fent càlculs acurats, es troba que les taques més properes a l'equador solar giren a més velocitat que les de latituds més altes. És el que s'anomena *rotació diferencial*: el període de rotació és de 26,87 dies en l'equador; de 27,8 dies en latituds de 30° i de 29,65 dies en latituds pròximes a 40° .

Fotografia

Moltes vegades l'observació visual es completava amb la fotogràfica, més objectiva.

Per obtenir les imatges s'encaixava una càmera fotogràfica solar o heliògraf a l'ocular del telescopi. El funcionament d'aquesta càmera ens l'explica la Dra. Català al seu escrit «La heliofísica»:

« [...] En la cámara que empleamos nosotros el obturador es una cortina provista de una rendija de anchura graduable, que barre con velocidad constante la imagen solar real producida por el objetivo del antejo. También es variable la velocidad con que pasa por la cortina.»

La imatge no s'ampliava gaire per evitar exagerar els defectes. El diàmetre de la imatge del Sol que s'obtenia en les plaques de vidre era d'uns 7,5 cm, i les dimensions de les plaques de vidre de 9 × 12 cm.

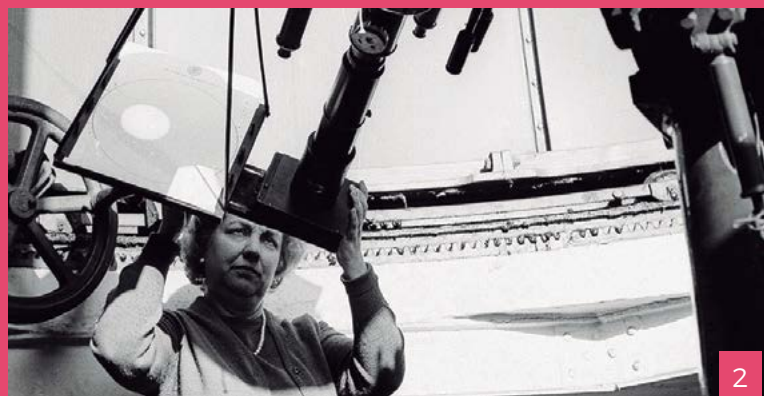
1, 2. La Dra. Català posant una placa fotogràfica a la càmera del Grubb. 1, Font: Fons M. A. Català. 2, Font: Família Català.

3, 4. Placa de vidre i positiu corresponent, del 18 de febrer de 1956.

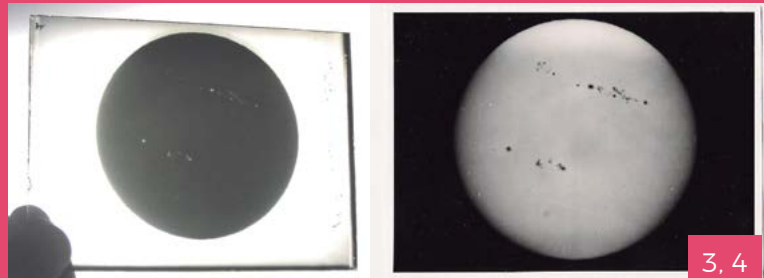
5. La Dra. Català subjectant una placa fotogràfica amb la imatge del Sol el 2009. Font: Fons M. A. Català.



1



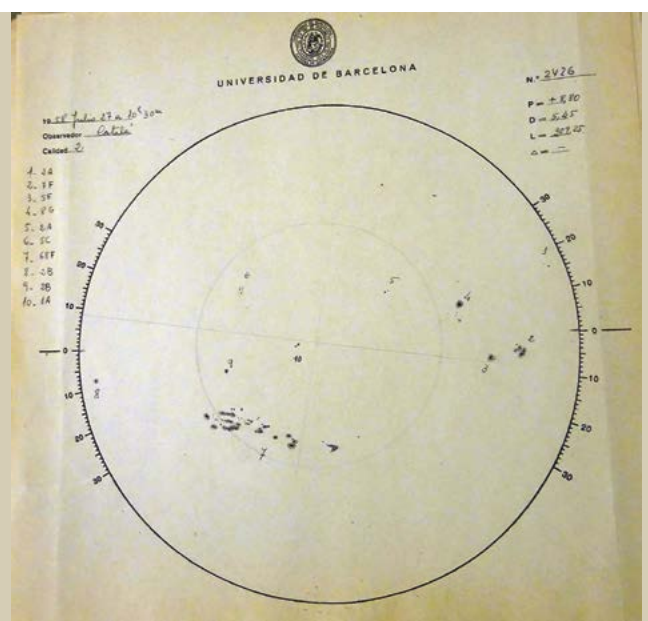
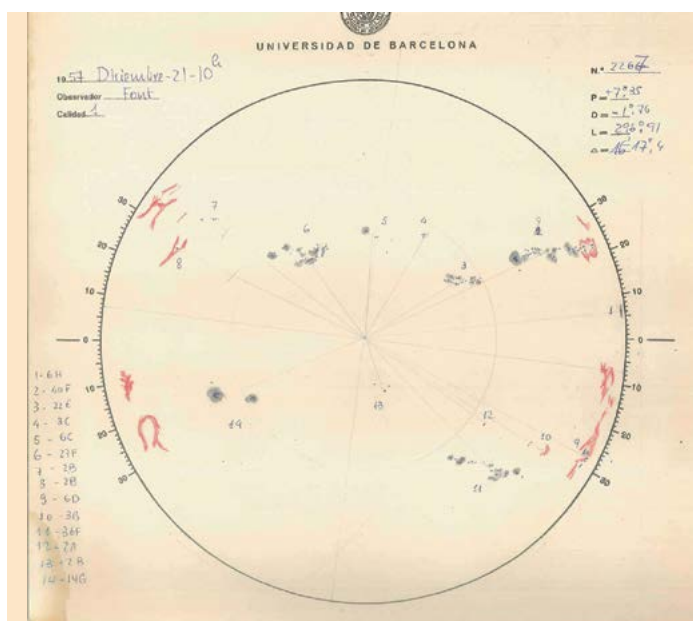
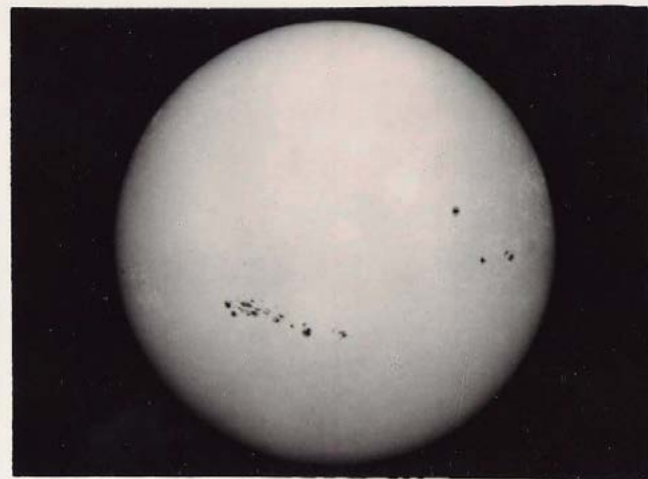
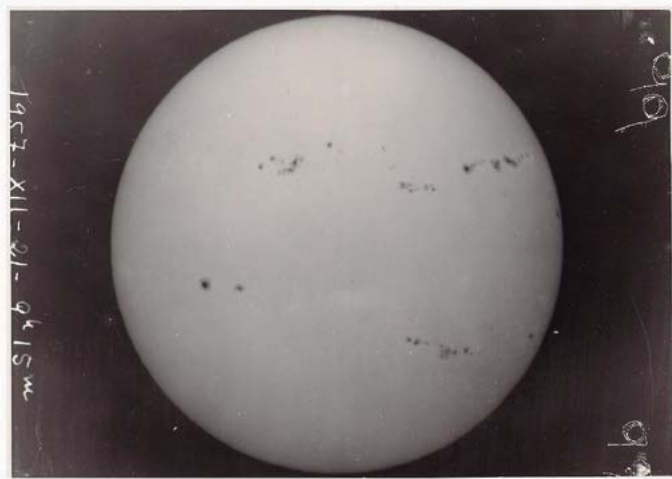
2



3, 4

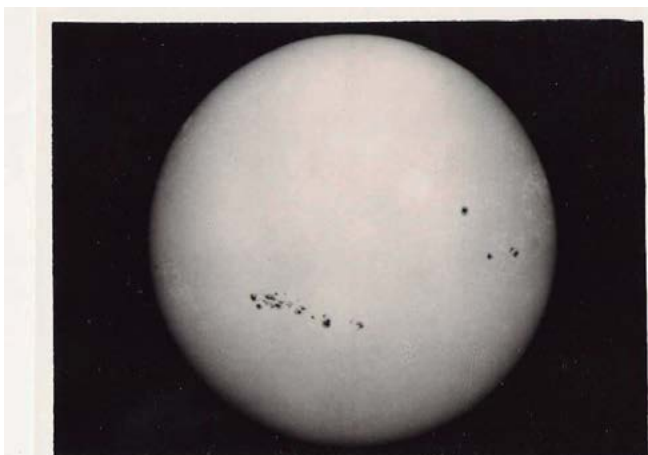


5



Comparacions de la imatge del Sol obtinguda per fotografia amb el dibuix de l'observació corresponent. No deixa de sorprendre la qualitat del dibuix i el treball fet. Font: Fons M. A. Català.

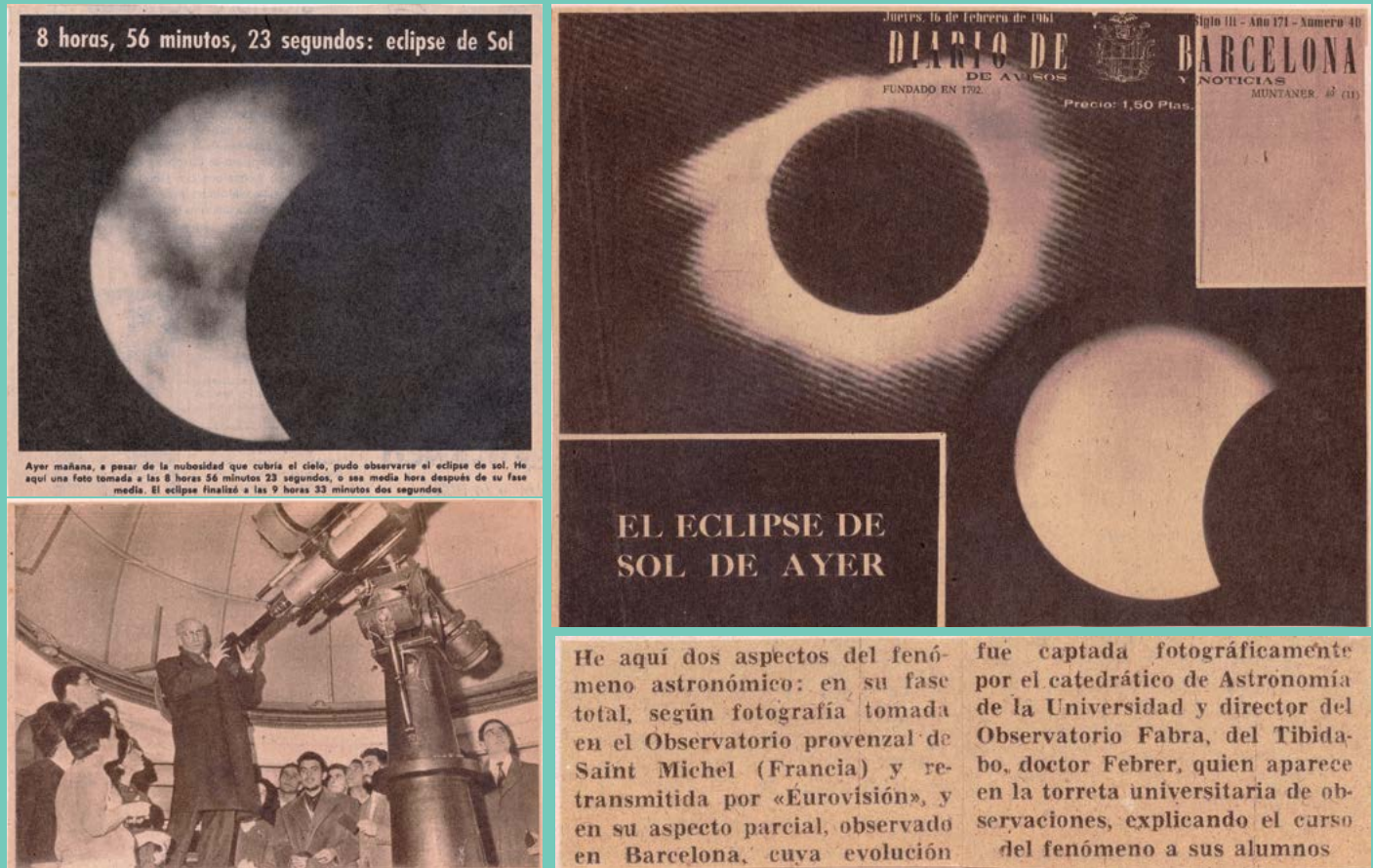
Amb les fotografies, a més, es feia evident l'enfosquiment de la vora del Sol, que indica l'existència d'una atmosfera parcialment absorbent.



Fotografies dels dies 18 i 19 de juliol de 1957. S'hi observa l'enfosquiment característic de la vora i l'evolució de les taques. Font: Fons M. A. Català.

L'observació d'un eclipsi de Sol

El *Diario de Barcelona* recollia com s'havia seguit l'eclipsi total de Sol del 15 de febrer de 1961, que a Barcelona es va veure com a parcial. Si bé publica una fotografia de l'eclipsi presa des de l'observatori de la Facultat de Ciències de la UB, més curiosa és la fotografia del Dr. Febrer explicant i seguint amb els alumnes l'esdeveniment.



Diario de Barcelona. Font: Jaume Sacasas (Agrupació Astronòmica de Sabadell)



Aquesta fotografia ens mostra que ella també va assistir al seguiment de l'eclipsi, tot i que en la fotografia de la premsa havia quedat oculta darrere del telescopi. Font: Família Català.

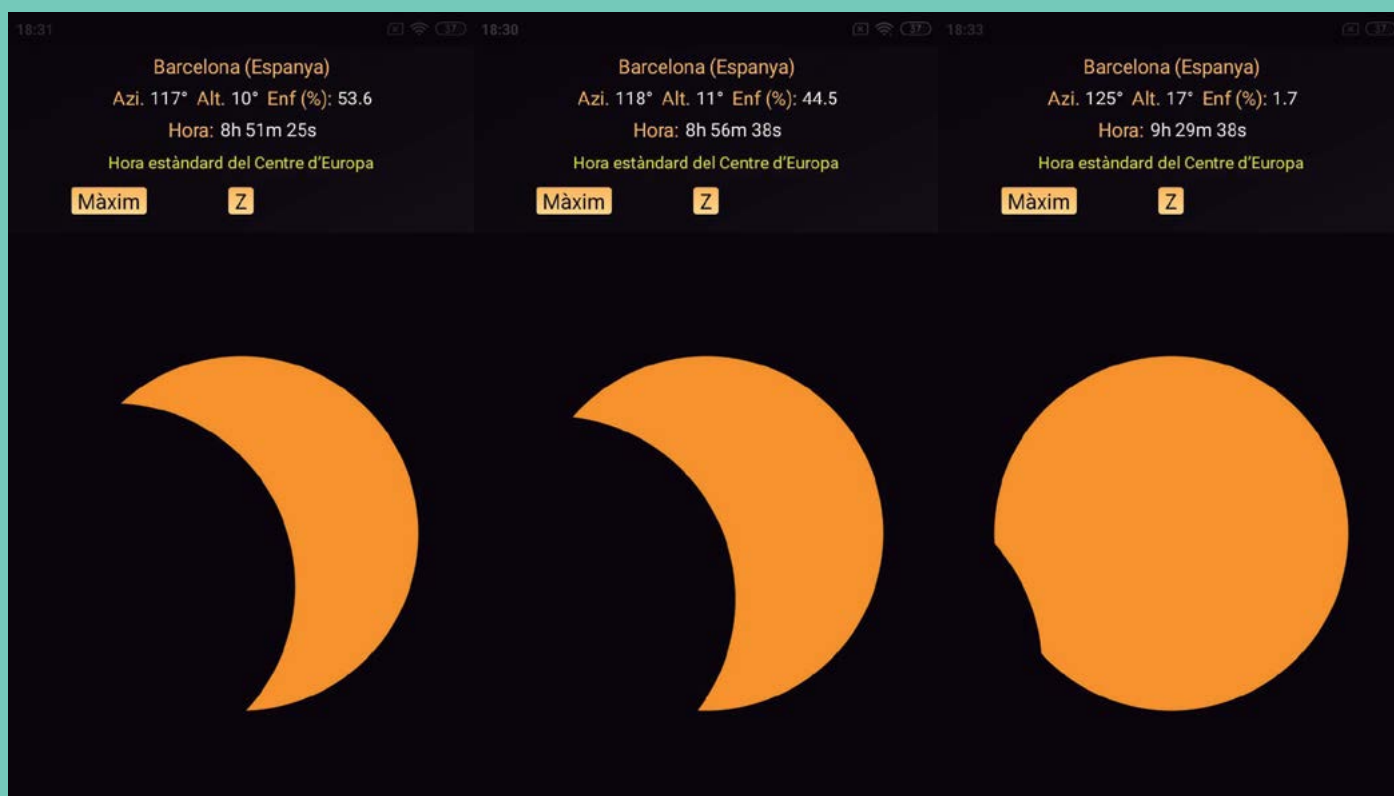
Es conserven tres plaques de vidre de l'eclipsi del 15 de febrer de 1961 que han estat escanejades i positivades. Hi consten les hores en temps universal (7 h 51 min 37 s; 7 h 56 min 16,5 s i 8 h 29 min 33,5 s). Font: Fons M. A. Català.



L'aplicació Eclipsi 2.0



L'aplicació per al càlcul d'eclipsis i trànsits planetaris [Eclipsi 2.0](#) creada pel Dr. Eduard Masana, de l'Institut de Ciències del Cosmos (ICCUB-IEEC), ens permet reproduir les imatges preses durant l'eclipsi del 15 de febrer de 1961 i obtenir-ne les característiques. Les hores en l'aplicació estan expressades en temps oficial, que per a la data de l'eclipsi equivaldria a una hora més que en el temps universal.



Captures de pantalla de l'aplicació Eclipsi 2.0. Font: Eclipsi 2.0, Eduard Masana.

Activitat proposada Trànsits i eclipsis

Calculeu mitjançant l'aplicació Eclipsi 2.0 els propers eclipsis i trànsits que es donaran i consulteu-ne les característiques. Feu el mateix restringint la cerca als que siguin visibles des de la vostra localitat.

Observació de protuberàncies

L'espectroscòpia

Obtenir l'espectre d'un cos equival a descompondre la seva llum en termes de longitud d'ona, freqüència o energia.

L'espectre visible del Sol és un espectre continu amb els colors de l'arc de Sant Martí on apareixen superposades unes línies fosques, atribuïdes al fet que els gasos relativament freds que envolten la fotosfera

del Sol n'absorbeixen part, és l'espectre *d'absorció*. La posició de les línies d'absorció coincideix amb la de les línies brillants que es formen quan aquests gasos són incandescent en l'anomenat *espectre d'emissió*. D'aquesta manera, l'anàlisi de l'espectre d'absorció s'utilitza per conèixer les substàncies químiques que hi ha al Sol.

Espectroscopi ocular Zeiss

Als anys cinquanta es tenia clar que les protuberàncies eren gasos incandescent que es trobaven en tota la superfície del Sol, però que s'observaven prop del llindar solar perquè allà ressaltaven sobre un fons més fosc. S'observaven per mitjà d'un espectroscopi de protuberàncies, un aparell que permetia descompondre la llum blanca visible del Sol i observar els

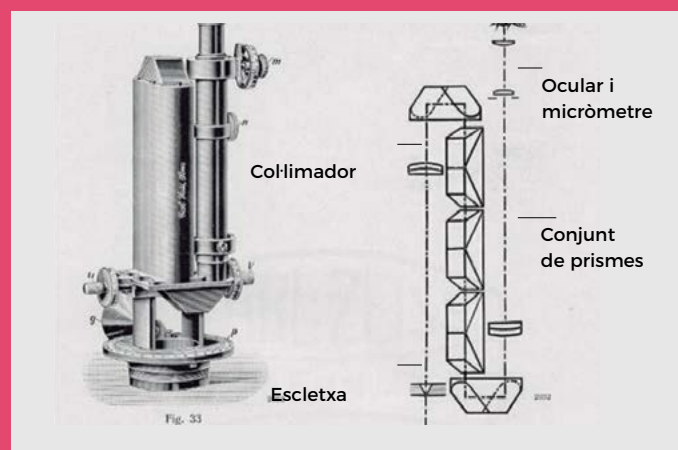
espectres brillants de les protuberàncies. Constava d'una esclatxa o diafragma, el col·limador, un sistema dispersiu i la ullera.

A la Universitat de Barcelona s'utilitzava un espectroscopi Zeiss muntat en el telescopi equatorial Grubb de 12 cm d'obertura i 1,72 m de distància focal.

Les parts de l'espectroscopi de protuberàncies

La llum entrava per l'esclatxa o diafragma de l'espectroscopi, d'amplitud variable, que es feia coincidir amb el pla focal del telescopi on es formava la imatge del Sol. També coincidia amb el pla focal d'una petita lent convergent o col·limador, de ma-

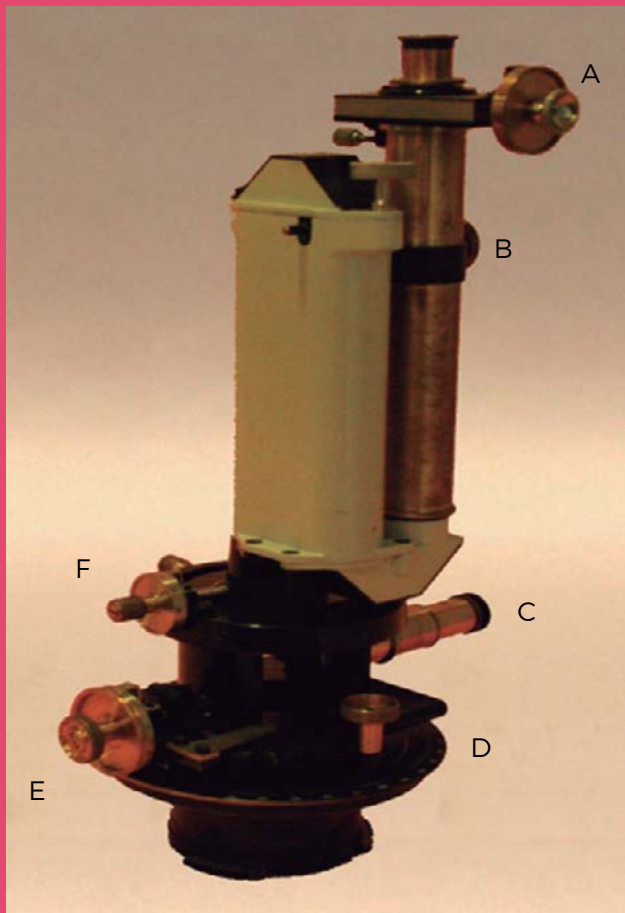
nera que a la sortida els raigs eren paral·lels i incidien sobre el sistema dispersiu, un conjunt de prismes, que la descomponien. Finalment, el feix de raigs passava a través de la ullera, formada per una lent convergent i l'ocular, i se'n obtenia la imatge.



L'esclatxa tenia dues posicions perpendiculars entre si, una segons el radi solar i l'altra normal que podia desplaçar-se de manera que quedés tangent al llindar solar. El conjunt girava per poder resseguir el perímetre del Sol.

L'obertura de l'esclatxa es podia graduar. També es disposava de cargols micromètrics per poder mesurar la base i l'altura de les protuberàncies observades.

Dibuix i esquema de l'espectroscopi Zeiss. Font: Catàleg Zeiss, 1906.



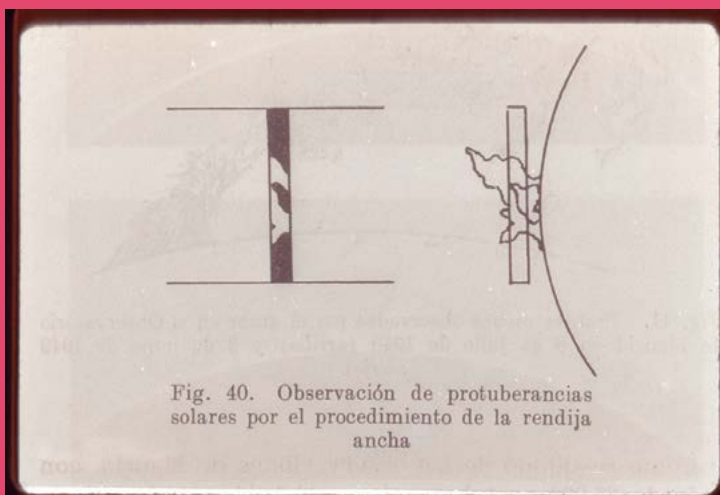
Espectroscopi Zeiss. Font: Vallmitjana, 2009.

Parts:

- A. Micròmetre ocular de caragol. Permetia mesurar l'amplada o base de la protuberància.
- B. Desplaçament de la lent d'observació en la direcció de l'espectre.
- C. Desplaçament lateral de l'espectroscopi.
- D. Cercle de posició. Permetia determinar la posició de la protuberància en el llinard solar.
- E. Contrapès.
- F. Regulació de l'amplada de l'esclatxa. Es graduava segons l'alçària de la protuberància.

Per observar les protuberàncies, l'esclatxa de l'espectroscopi s'orientava tangencialment al disc solar i, si hi havia alguna protuberància, les ratlles brillants del seu espectre d'emissió ressaltaven. Si la dispersió de l'espectroscopi era gran, permetia eixamplar l'esclatxa fins a observar la totalitat de la protuberància (mètode de l'esclatxa ampla).

Una de les millors línies de l'espectre solar per a l'observació visual era la línia vermella de l'hidrogen. Un filtre vermell conservava la imatge de la protuberància i enfosquia la resta de l'espectre.



Mètode d'observació de protuberàncies. Versió escanejada de la diapositiva original de la Dra. Català. Font: Família Català.

Protuberàncies observades

Algunes protuberàncies es van recollir gràficament, projectant-les i fent el dibuix. Malauradament només resten fotografies dels dibuixos com a testimoni, i una publicació que recollia un parell de protuberàncies al *Boletín de la Sección de Astronomía del Seminario Matemático* (BSASM) de la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona.

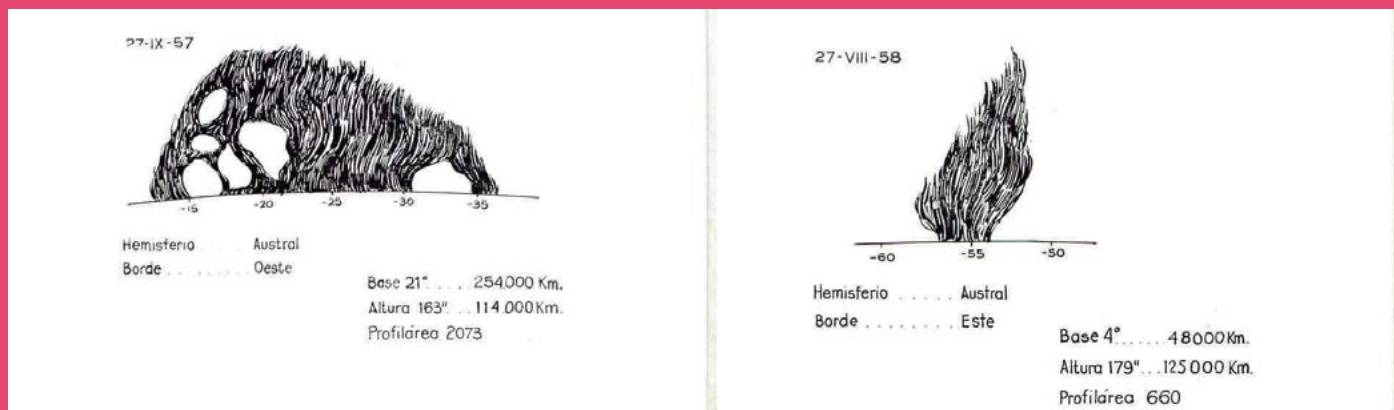
Composició de dues diapositives escanejades del quadre original de M. A. Català que contenia dibuixos i característiques de diferents protuberàncies. Font: Família Català.

La fotografia recull el dibuix d'un total de 12 protuberàncies observades durant l'any 1957. Els observadors en aquestes dates van ser M. A. Català i M. Font. Els seus dibuixos, d'una gran qualitat, mostren la gran varietat de formes que poden adoptar.

Cada protuberància es caracteritza amb la data de l'observació, l'hemisferi (austral o boreal), el costat (est o oest), l'amplada de la base en graus i l'equivalent en quilòmetres, l'altura en segons d'arc i l'equivalent en quilòmetres, i la *profilàrea* o àrea determinada pel perfil de la protuberància, que pren com a unitat l'àrea d'un rectangle de base igual a un grau del llindar del Sol i alçària un segon d'arc. En cada un dels esbossos s'indica la latitud a la base de la protuberància.

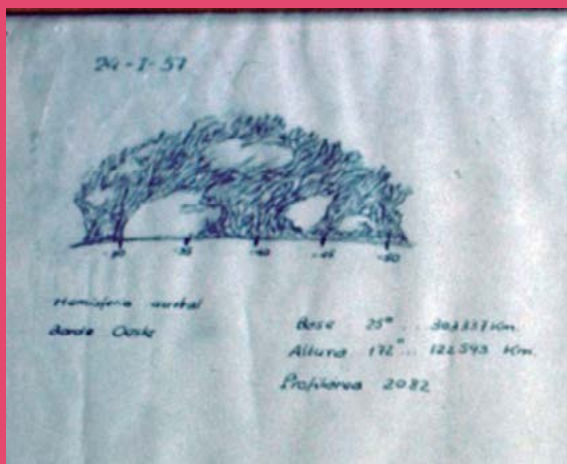


Dibuixos de dues protuberàncies observades el setembre de 1957, publicats al volum 1 del BSASM, 1957. Font: Fons M. A. Català.



Una protuberància extraordinària

Volem remarcar que la primera protuberància del quadre de data 24 de gener de 1957 és molt similar a la fotografiada. És una protuberància que destaca per la seva grandària, ja que té una *profilàrea* de l'ordre de 2000, quan normalment és de l'ordre dels centenars, excepcionalment arriben al miler i en algun cas a 2000. Es guarden registres de la seva observació al BSASM del 23 i el 24 de gener.



Detall del dibux de la protuberància del dia 24 de gener del 57. Font: Família Català.

És una protuberància important. S'hi pot llegir: Data: 24-1-57; Hemisferio austral; Borde Oeste; Base 25° ... 303.337 km; Altura 172" ... 124.543 km; Profilàrea 2082; latitud heliocèntrica -30°, -35°, -40°, -45°



Versió escanejada de la diapositiva original de M. A. Català. Font: Família Català.

Casualment hem trobat que el dia 26 de gener de 1957, el diari *La Vanguardia Española* recull en la «Crónica de la Jornada» a l'apartat «Vida de Barcelona», les observacions d'aquesta protuberància a la Universitat de Barcelona. En destaquem, per curiós, el primer fragment on es dona una idea de la grandària de la protuberància.

LA VANGUARDIA ESPAÑOLA

EDICIÓN DEL VIÉNEVES DE ENERO

VIDA DE BARCELONA

Una extraordinaria protuberancia solar

Al efectuar ayer la cotidiana observación de manchas y protuberancias solares que se practica en el observatorio astronómico de la Universidad, se midió una protuberancia de dimensiones excepcionales. Aun dentro de las dimensiones abrumadoras de la ciencia sideral, no deja de sorprender que la base de dicha llamarada abarcase un arco de limbo solar de veintitrés grados, equivalentes a doscientos ochenta y un mil kilómetros —lo cual supone siete veces la circunferencia de la Tierra— y tuviese una altura de unos ochenta y cinco mil kilómetros que es más del doble de dicho perímetro terráqueo. No es nada raro que en la cromosfera que rodea al astro rey se produzcan estas protuberancias, pero la altitud media de las mismas viene a ser de unos treinta y cinco mil kilómetros, y las que alcanzan la magnitud de la ayer observada se pueden estimar sin disputa como extraordinarias.

Quienes nos dolemos de las conmociones y de las inquietudes que padece nuestro planeta, sea por obra de los elementos o de los mismos hombres, podemos consolarnos con la comparación entre el fenómeno terráqueo más aparatoso que darse pueda y esa pasmosa explosión producida ayer en el Sol. Aun cuando el origen de las protuberancias solares siga constituyendo un enigma controvertible, lo más probable es que se deban a erupciones o estallidos repentinos de la masa solar o de los gases que la envuelven, de suerte que formen como chorros inflamados. Estos surtidores deslumbrantes se mueven luego de manera sumamente variada y aun decorativa, puesto que los hay que parecen desfilarse al soplo de misteriosos vientos, y los hay que, en su ascenso desde la superficie del Sol, adoptan las evoluciones y giros más barrocos. En cualquiera de los casos, las anomalías en la actividad solar repercuten como se sabe, en las comunicaciones inalámbricas terrestres y probablemente en algunos aspectos del magnetismo. De este modo, quedamos conectados de modo tanto más intenso cuanto más misterioso con la impresionante erupción solar de ayer.

LA VANGUARDIA ESPAÑOLA, Edición del sábado, 26 enero 1957, página 17

Article sobre la protuberància publicat a *La Vanguardia Española* del 26 de gener de 1957, p. 17. Font: LA VANGUARDIA.

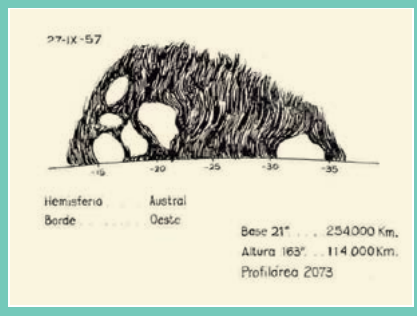
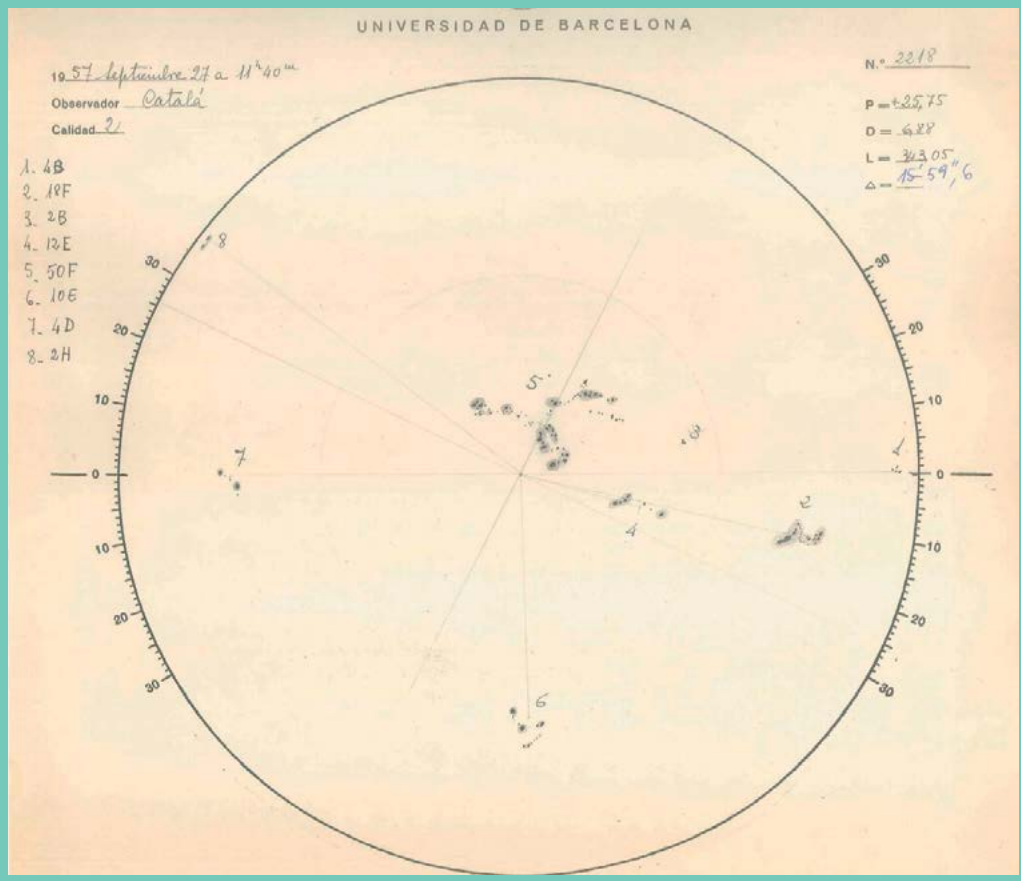
Activitat proposada
Grandàries i posicions

Utilitzant els dibuixos de les protuberàncies de què es disposa, es pot superposar la seva imatge reduïda a la de l'observació del Sol del mateix dia i obtenir un curiós esbós de l'activitat solar per a aquella data.

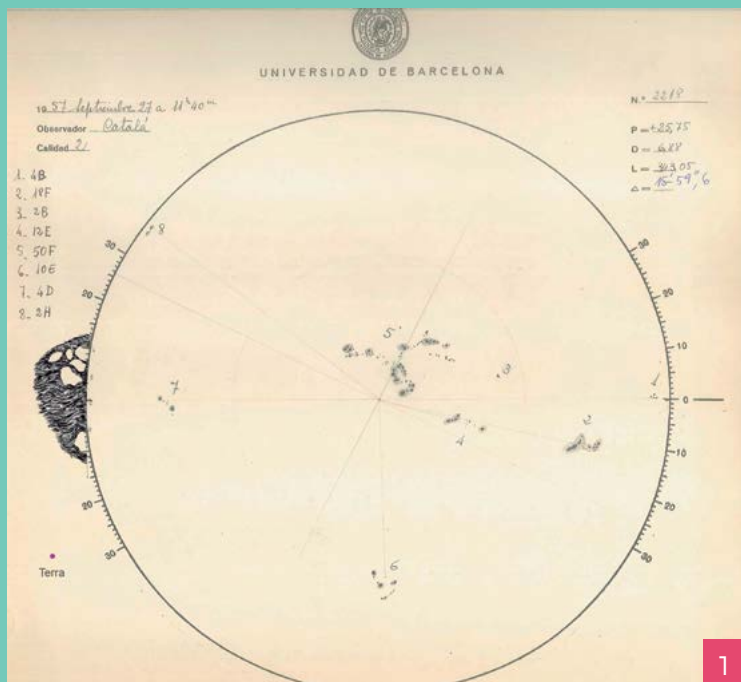
Fent una proporció entre els diàmetres del Sol, el real i el del dibuix, i considerant el diàmetre de la Terra, es pot calcular el que li correspondria a aquesta última en el dibuix, comparar les grandàries i evidenciar la seva magnitud.

Exemple: 27 de setembre de 1957.

En el BSASM (vol. 1, núm. 1) trobem que el 27 de setembre es van observar un total de 5 protuberàncies, una de les quals apareix dibuixada. Les 4 restants eren molt més petites, de *profilàrea* inferior a 300. Per fer l'exercici utilitzarem la protuberància dibuixada amb les dades que l'acompanyen. En el cas del 27 de setembre també tenim les fotografies de les taques que podem comparar amb les de la fitxa. Font: Fons M. A. Català.



Resolució:



Proporcions

- Diàmetre del Sol: 1 392 000 km
- Diàmetre de la Terra: 12 756 km

En el gràfic:

- Diàmetre del Sol: 17,2 cm
 - Diàmetre de la Terra:
- $$\frac{17,2 \times 12,756}{1\,392\,000} = 0,16 \text{ cm} = 1,6 \text{ mm}$$

Protuberància

27/09/1957

- Hemisferi austral
- Llindar: oest
- Latitud heliogràfica: 11 - 36
- Base de la protuberància: 21°

$$\frac{1\,392\,000 \times \pi \times 21^\circ}{360^\circ} = 255\,000 \text{ km}$$

- Altura protuberància 163"

$$d_{TS} = 1 \text{ UA} = 149,6 \times 10^6 \text{ km}$$

$$h = rtg\alpha$$

$$h = 118\,200 \text{ km}$$

- Profil·larea: 2.073

Comparacions:

- La base correspondria a unes 6,4 vegades la circumferència de la Terra:

$$\frac{255\,000}{12\,758 \times \pi} = 6,4$$

- L'altura correspondria a unes 0,3 vegades la distància de la Terra a la Lluna:

$$d_{TL} = 384\,400 \text{ km}$$

$$\frac{118\,200}{384\,400} = 0,3$$

1. Observació del Sol del 27 de setembre de 1957, amb una de les protuberàncies observades superposada, i el dibuix de la Terra.

2. Fotografia del Sol del mateix dia.

3. Negatiu de vidre.

Font: Fons M. A. Català.

Els resultats de l'observació de protuberàncies

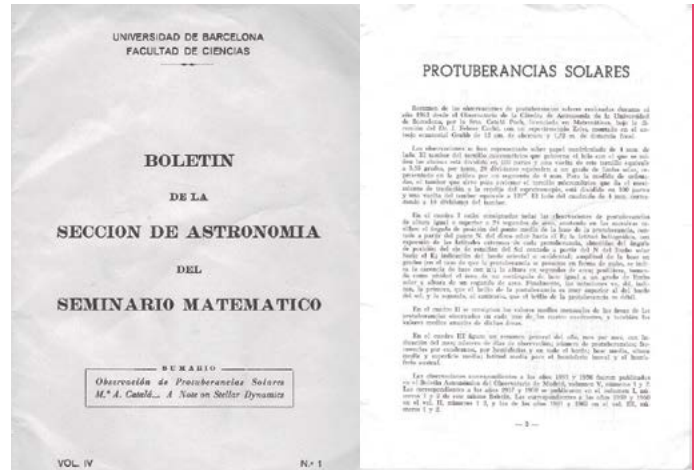
El resultat de les observacions de protuberàncies de l'any 1955 i 1956 es van publicar en el *Boletín Astronómico del Observatorio de Madrid* (vol. V, núm. 1 i 2; vol. VI, núm. 1 i 2). A partir de l'any 1957 es publicarien en el *Boletín de la Sección de Astronomía del Seminario Matemático*, de la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona. Sota la direcció del Dr. Febrer des del 1957 fins al 1963, quan es va jubilar, hi figuren com a observadors:

- 1957-58: Dr. Codina i llicenciats Català i Font;
- 1959-60: Dr. Codina i llicenciada Català;
- 1961-62: llicenciada Català i l'alumna Font*;
- 1963: llicenciada Català.

A partir de l'any 1964 fins al 1969, Català com a professora adjunta de la Universitat de Barcelona i ajudant del CSIC.

En la introducció del *Boletín* s'explicava com es presentaven els resultats, distribuïts en diverses taules. En els paràgrafs següents en fem un resum acompanyant el text amb alguns exemples explicats de les taules:

En la primera taula, encapçalada per *Cuadrante...*, s'anotaven la posició i alçària de cada pro-



Butlletí del BSASM. Font: Fons M. A. Català.

tuberància per a cada quadrant NE, NO, SE, SO. En la primera columna, encapçalada per l'any, s'anotava el dia de l'observació. Les següents 18 columnes equivalien a intervals de 5° en latitud heliogràfica, s'hi anotaven les diferents alçàries de la protuberància, en segons, corresponents a la latitud heliogràfica; la línia contínua sobre els números indicava que les dades pertanyien a la mateixa protuberància. A l'última columna, encapçalada per «Suma», hi ha la suma dels valors de les columnes que d'aquesta manera dona directament el valor de la perfilàrea.

* Sembla que l'alumna Font i el llicenciat Font no són la mateixa persona.

Dis de Observación : 18
 Protuberancia observada : 24
 Frecuencia media : A. B Cuadrante SW

19 57	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	Suma
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Enero 3																			0
4	12	89																	101
5							80	92											172
6																			0
8				20	68														88
10									14	124	13								160
11	58																		58
12	85	20																	105
13	72			38	62														172
14						9	69							32					110
15							22	30											52
18		113											127						240
23					309	414	276	538	497	55									2249
24					250	425	430	520	423	24									2072
26							66	69											135
27							87	85	15	73	20	68	77						325
28					1	50	76	51	9										187
29					30	168	5	40		100	65		5	85					498
Medias	5.9	7.2	6.9	7.9	11.6	35.4	47.1	51.9	49.4	26.0	2.7	11.7	1.4						280.2

18 14 2 11 1 16 2 14 7 17 7 20 25 11 20 13 7 11 12 5 6 6 20 19

continúa

Taula 1: dades de les protuberàncies observades el gener de 1957 en el quadrant SO. Font: Fons M. A. Català.

El dia 29 de gener es van observar 4 protuberàncies aproximadament: la primera, entre 10° i 24° de latitud heliogràfica; la segona entre 25° i 29°; la tercera, entre 35° i 41° i la quarta, entre 50° i 59°. El dia 24 de gener es va observar una gran protuberància aproximadament entre 25° i 54° de latitud heliogràfica.

La penúltima fila correspondria als valors mitjans. L'última, en negre, a la suma dels valors de cada columna, segurament a tall de comprovació.

Notem que en l'extrem superior esquerre de la taula, hi ha anotats els dies d'observació, 18, el nombre de protuberàncies observades, 24, i la freqüència mitjana, 1,3.

En una segona taula, encapçalada per *CUADRO I*, es recollien més acuradament les dades de totes les protuberàncies observades d'alçada igual o superior a 24 segons d'arc, i per cada una: la data i l'hora d'observació; l'angle de posició del punt mitjà de la base de la protuberància; la latitud heliogràfica concretant les latituds extremes, obtingudes de l'angle de posició de l'eix de rotació del Sol comptat a partir del nord cap l'est; la indicació del costat oriental o occidental; l'amplitud de la base en graus (si la protuberància es presenta en forma de núvol s'indica amb n); l'altura en segons d'arc; i la superfície o *profilàrea*. Les notacions vv, dd indicaven que la brillantor de la protuberància era molt superior al contorn del Sol

i la segona que la brillantor de la protuberància era dèbil.

A partir d'aquestes dades es calculava el valor mitjà de les àrees de les protuberàncies per cada un dels quadrants i els valors mitjans anuals, *CUADRO II*.

Per acabar, es confeccionava una tercera taula, *CUADRO III*, o resum anual de l'any, mes per mes, que incloïa: mes, número dels dies d'observació, nombre de protuberàncies; freqüències per quadrant, per hemisferis i en tot el contorn; base mitjana, altura mitjana i superfície mitjana per a l'hemisferi boreal i l'hemisferi austral.

Días de observación: 18
Protuberancias observadas: 88
Frecuenci media: 4.9

CUADRO I

FECHA	Hora de observación	Angulo de posición	LATITUD HELIOGRAFICA		Borde	Base	Altura	Superficie		
			Boreal	Austral						
1957										
Enero 3	12-0 12-20	295	15	33	o	W	16.5	52	395	
		307	35	27		W	2.0	28	62	
		328	54	60	*	W	5.0	34	117	
4	12-5 12-30	114			12	35	E	24.5	63	222
		264			3	10	W	5.8	33	101
		310	38	42		W	1.6	66	100	
		320	58	61		W	2.7	24	35	
5	11-50 12-10	106			5	27	E	21.6	88	901
		141			49	53	E	4.1	24	62
		234			32	40	W	6.8	36	172
		292	19	26		W	2.0	37	157	
		302	31	35		W	1.5	51	80	
6	11-45 12-30	116			16	36	E	19.5	73	777
		286	41	22		W	10.4	29	159	
		313	42	45		W	1.1	24	24	
8	12-0 12-25	107			16	21	E	2.8	27	93
		127			27	49	E	21.6	63	769
		247			18	25	W	7.0	24	88
		272	2	6		W	3.5	27	95	
		288	18	21		W	3.0	36	82	
		326	55	60		W	5.0	42	158	
		398	49	53		E	3.2	42	102	
10	12-0 12-20	42	44	48		E	3.2	51	102	
		124			26	47	E	20.1	69	828
		220			44	51	W	7.0	24	160
		284	13	21		W	7.3	27	102	
		325	56	58		W	1.8	24	29	
11	12-15 14-0	48	34	46		E	9.5	94	352	
		67	19	22		E	1.6	96	75	
		108			16	26	E	9.6	27	101
		137			44	56	E	11.2	57	232
		264			1	5	W	1.2	68	58
X	12 11-55 12-10	57	24	35		E	10.0	112	427	
		126			45	64	E	8.3	33	160
		258			5	11	W	1.2	40	105
		309	36	49		W	12.1	27	126	

X Molt visibilidad

CUADRO II. — Áreas medias de las protuberancias. —

1957	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	AÑO
ENE	5.9	7.2	6.8	7.9	19.6	35.4	47.1	49.4	26.0	2.7	11.7	1.4	0
FEB	8.1	4.3	11.1	17.6	14.6	28.6	25.6	9.4	11.6	4.3	0.8	11.0	20.9
MAR	0	0	6.7	10.8	13.0	27.3	15.1	22.5	4.0	0	4.5	2.2	5.5
ABR	12.8	4.3	17.2	9.5	18.4	33.8	13.5	22.1	7.1	23.9	36.7	18.0	11.9
MAY	24.5	17.2	0	6.0	0	7.6	40.7	15.3	18.5	7.3	8.7	0.7	8.5
JUN	7.1	9.6	4.4	2.9	7.9	14.7	8.9	40.8	18.9	9.2	4.8	4.9	2.1
JUL	0.1	8.3	5.4	28.8	17.6	18.8	14.8	10.2	30.6	3.1	6.6	7.5	5.1
AGO	6.1	10.7	13.9	37.2	47.1	41.7	25.0	27.5	31.1	41.1	21.8	9.0	7.2
SEPT	20.5	9.3	24.9	69.1	90.2	74.7	65.3	37.0	18.5	0.5	6.7	21.4	10.8
OCT	3.6	8.5	5.8	3.3	26.1	30.3	37.3	0.9	0	1.5	4.1	0	1.3
NOV	12.5	5.9	10.2	25.3	53.1	52.5	47.7	33.7	3.4	0	2.5	5.6	6.9
DIC	14.3	16.9	27.7	40.0	25.3	9.6	7.1	32.7	36.7	24.6	4.6	6.1	1.3
AÑO	9.6	8.4	11.2	21.4	27.7	32.1	29.2	26.0	20.7	12.2	8.4	9.0	6.4

CUADRO III. — Resumen

1957	Días de observación	Número de protuberancias	FRECUENCIA								Base media	Altura media	Superficie media	LATITUD MEDIA		
			CUADRANTES				HEMISFERIOS							En todo el bordo	Hemisferio boreal	Hemisferio austral
			NE	NW	SE	SW	N	S	E	W						
ENE	18	88	1.2	1.3	1.1	1.3	2.5	2.4	2.2	2.6	4.9	8.3	46.5	254.8	36.9	30.8
FEB	14	73	1.4	1.6	0.9	1.5	2.9	2.4	2.3	3.1	5.2	8.7	40.1	140.2	36.7	31.5
MAR	10	52	1.2	1.6	1.2	1.3	2.8	2.4	2.4	2.8	5.2	5.1	40.8	120.1	38.7	40.2
ABR	18	88	1.1	1.3	1.1	1.4	2.4	2.5	2.2	2.7	4.9	7.2	45.3	188.5	34.9	35.7
MAY	9	42	0.8	1.7	0.8	1.4	2.4	2.2	1.5	3.1	4.7	6.5	35.6	130.9	31.7	34.7
JUN	14	73	1.3	1.5	1.4	1.2	2.8	2.5	2.6	2.6	5.2	8.4	42.0	144.0	32.6	29.8
JUL	20	128	1.7	2.4	1.2	1.3	4.1	2.4	2.9	3.5	6.4	6.1	50.2	153.3	35.6	32.4
AGO	15	85	1.0	1.2	1.6	1.5	2.9	2.9	2.4	3.2	5.6	8.9	53.2	266.9	37.7	33.8
SEPT	15	84	1.0	1.9	1.6	1.6	2.2	3.1	2.6	2.8	5.3	7.5	48.1	205.3	34.7	37.9
OCT	15	64	1.3	1.3	0.9	1.0	2.5	1.8	3.1	2.2	4.3	7.1	45.2	168.0	31.8	28.4
NOV	8	47	1.7	1.6	1.1	1.5	3.4	2.6	2.9	3.1	5.9	8.6	41.7	231.2	36.0	29.9
DIC	13	80	1.3	2.1	1.5	1.4	3.4	2.9	2.8	3.3	6.1	8.5	51.0	224.4	43.7	31.7
AÑO	170	904	1.3	1.6	1.2	1.4	2.9	2.5	2.4	2.6	5.3	7.2	45.0	185.6	36.4	31.1

Taules corresponents als resultats de les observacions de protuberàncies incloses en el BSASM. Font: Fons M. A. Català.

Anàlisi dels resultats de les observacions de les protuberàncies

A diferència de les taques solars, les protuberàncies s'observen a tot el voltant del Sol i, igual que les taques, la freqüència està lligada a l'activitat solar. De forma variada, les seves alçàries són molt diferents. La Dra. Català en el seu escrit «La heliofísica» recull:

«La altura que alcanzan las protuberancias es muy varia. La mayoría son pequeñas, alcanzando como promedio unos 40" a 50". Las hay muy poco elevadas, sin que exista discriminación entre espículas y protuberancias. Generalmente se consideran como protuberancias las que exceden de 30" de arco. Nosotros registramos ya las que alcanzan 25" de arco. Las protuberancias que exceden 2' no son frecuentes, pero se presentan a veces, generalmente de tipo eruptivo, y algunas alcanzan hasta de 8' a 10', lo que significa alturas que exceden del medio millón de kilómetros.»

Bibliografia

- Fons: Maria Asunción Català Poch (Universitat de Barcelona. CRAI Biblioteca de Física i Química [en línia]. <<https://crai.ub.edu/ca/recursos-d-informacio/patrimoni-bibliografic/fons-arxiu>>

PLANTILLES I PLAQUES

- Plantilles de les observacions solars de la Universitat de Barcelona [en línia]. <<https://crai.ub.edu/ca/recursos-d-informacio/patrimoni-bibliografic/fons-arxiu>>
- Plaques fotogràfiques de les observacions solars de la Universitat de Barcelona [en línia]. <<https://crai.ub.edu/ca/recursos-d-informacio/patrimoni-bibliografic/fons-arxiu>>

BUTLLETINS

- *Boletín de la Sección de Astronomía del Seminario Matemático*, de la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona [en línia]. Fons: Maria Asunción Català Poch (Universitat de Barcelona. CRAI Biblioteca de Física i Química) [en línia]. <<http://www.ub.edu/arxiu/ca/ubdoc.html>>
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. I, núm. 1 i 2 [anys 1957 i 1958].
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. II, núm. 1 i 2 [anys 1959 i 1960].
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. III, núm. 1 i 2 [anys 1961 i 1962].
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. IV, núm. 1 [any 1963].
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. IV, núm. 2 [any 1964].
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. V, núm. 1 i 2 [anys 1965 in 1966].
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. VI, núm. 1 i 2 [anys 1967 i 1968].
- *Boletín de la Sección de Astronomia del Seminario Matemático*, Universitat de Barcelona, Facultat de Ciències, vol. VII, núm. 1 [any 1969].

LLIBRES i ARTICLES

- CATALÀ, M. ASSUMPCIÓ, Esborrany «*Historia de l'ensenyança de l'astronomia a Catalunya*». Fons: Maria Asunción Català Poch (Universitat de Barcelona. CRAI Biblioteca de Física i Química) [en línia]. <<http://www.ub.edu/arxiu/ca/ubdoc.html>>
- CATALÀ, M. ASSUMPCIÓ, Esborrany «La heliofísica» [1971]. Document per a la conferència pronunciada a l'Agrupació Astronòmica ASTER de Barcelona el gener de 1971 per M. Asunción Català Poch. Fons: Maria Asunción Català Poch (Universitat de Barcelona. CRAI Biblioteca de Física i Química) [en línia]. <<http://www.ub.edu/arxiu/ca/ubdoc.html>>
- CATALÀ, M. ASSUMPCIÓ, «Practice project to determine the rotation of the Sun». *Proceedings of the 5th International Conference on Teaching Astronomy*, Institut de Ciències de l'Educació. Universitat Politècnica de Catalunya. 1994: 109p.; ISBN: 84-89190-17-8. [en línia]. <<https://crai.ub.edu/ca/recursos-d-informacio/patrimoni-bibliografic/fons-arxiu>>
- ORÚS, JUAN JOSÉ DE; CATALÀ, M^aASUNCIÓN; NÚÑEZ, JORGE. *Astronomía esférica y mecánica celeste*, Barcelona: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona, 2007; 472 p; . ISBN: 978-84-475-3059-5. <http://www.publicacions.ub.edu/liberweb/astronomia_esferica/>
- VALLMITJANA I RICO, SANTIAGO. *Instrumentos científicos : catálogo de la Facultad de Física de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2011, 119 p. ISBN: 9788447535002. <<http://www.publicacions.ub.edu/ficha.aspx?cod=07519>>
- ZEISS JENA, CARL. *Lunettes astronomiques et appareils auxiliaires III edition*, Leipzig? 1906?. <<http://www.astropa.inaf.it/wp-content/uploads/2018/01/Zeiss1906a.pdf>>

DIARIS

- *Diario de Barcelona*, 16 de febrer de 1961
- *La Vanguardia Española*, 26 de gener de 1957

EXPOSICIONS

- *Telescopi Assumpció Català*. Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona- Parc Astronòmic Montsec. 2016

APLICACIONS

- Eclipsi Calculator 2.0. <<https://play.google.com/store/apps/details?id=calcEclipsi2.src>>

Annex I. Maria Assumpció Català i Poch

Maria Assumpció Català i Poch nasqué a Barcelona el 14 de juliol de 1925, filla d'Albert Català, banquer, i d'Assumpció Poch, mestra. Fou la primera de cinc germans. Els primers anys de la seva infantesa va viure a Montblanc, comarca Conca de Barberà, on va començar els seus estudis primaris, els quals va finalitzar a Barcelona. Acabada la Guerra Civil espanyola, estudià el batxillerat a l'Institut Nacional d'Ensenyança Mitjana Maragall de Barcelona.

L'any 1952 es llicencià en Ciències, Secció de Matemàtiques, a la Universitat de Barcelona. Continuà amb els cursos de doctorat, aquest mateix any començà a impartir classes a la universitat com a ajudant.

El 1954 rebé una beca del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC). Més tard, l'any 1957, va ser nomenada ajudant de la Secció d'Astronomia del Seminari Matemàtic de Barcelona, que depenia del Patronato Alfonso el Sabio del CSIC, càrrec que va ocupar fins al 23 de maig de 1969 moment en què es va suprimir aquesta secció. En aquest període començà treballant, en el camp de l'astronomia de posició, amb el càlcul i la rectificació d'òrbites de cometes; i en el d'astronomia observacional, amb l'observació diària de taques i protuberàncies solars des de l'Observatori de la Càtedra d'Astronomia de la Universitat de Barcelona, en col·laboració amb l'Observatorio Astronómico Nacional, dins de l'Any Geofísic Internacional, AGI (de l'1 de juliol de 1957 al 31 de desembre de 1958). Els primers anys les observacions es feien sota la direcció del Dr. Joaquim Febrer i figuren com a observadors J. M. Codina, M. A. Català i M. Font. A partir de l'any 1964, M. Assumpció Català, llavors professora adjunta de la Universitat de Barcelona i ajudant del CSIC, va passar a encarregar-se'n i ser-ne responsable.

Els resultats de les observacions dels anys 1955 i 1956 es van publicar en el *Boletín Astronómico del Observatorio de Madrid* i, a partir de l'any 1957 fins l'any 1969, en el *Boletín de la Sección de Astronomía del Seminario Matemático de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona*. En el butlletí, a part de les observacions, s'incloua algun article; de la Dra. Català hi trobem el

treball *Rectificació de l'òrbita del cometa Abell, 1953g*, ressenyat a *Transactions of the IAU Vol XII A, Reports 1964* i en el volum IV núm. 1, 1965, *A Note on Stellar Dynamics*.

Eren temps difícils i, potser per tradició familiar, donat que li agradava ensenyar, es preparà les oposicions per entrar al cos de professorat de matemàtiques d'instituts d'ensenyament mitjà. Aconseguí passar aquestes oposicions l'any 1963 i obtingué una plaça de professora a l'Institut Infanta Isabel d'Aragó de Barcelona, plaça que ocupà fins a l'any 1975.

En nombroses ocasions M. A. Català explicava que:

«L'afició a l'Astronomia em ve ja de molt petita, quan un germà del meu avi, catedràtic de Geografia de l'Escola Normal de Mestres, ens portava a mi i als meus germans d'excursió a la muntanya i ens feia determinar l'hora amb l'ombra d'una branqueta d'arbre, els punts cardinals... i ja, de més gran quan estudiava batxillerat em proposava qüestions filosòfiques referents a l'astronomia que jo tractava de resoldre.»

A finals dels anys seixanta, la Dra. Català, col·laborà amb la Facultat d'Història de la Universitat de Barcelona, en el Departament d'Història de la Ciència, especialitat Astronomia Àrab, on

En paral·lel a totes aquestes tasques, segueix treballant en la seva tesi doctoral, que defensa l'any 1971 i té per títol *Contribución al estudio de la dinámica de los sistemas estelares a simetría cilíndrica*. Se li atorgà la màxima qualificació d'Excel·lent *cum laude*.

impartí l'assignatura d'Història de la Ciència Àrab i Literatura Àrab. Fruit d'aquesta col·laboració amb el Dr. Joan Vernet, va escriure els articles: *Las obras matemáticas de Maslana de Madrid* (1965), *Arquímedes árabe: el tratado de los círculos tangentes* (1968), i *Dos tratados de Arquímedes árabe, tratado de los círculos tangentes y el libro de los triángulos* (1971) i, amb el Dr. Juli Samsó, *Un instrumento astronómico de raigambre zargali: el cuadrante shkkâzî de Ibn Tibugâ*. És important, en aquest període, la seva tasca com a assessora en el camp de l'astronomia àrab i, en particular, en la incorporació del vocabulari i terminologia científica que encara avui en dia serveix de base a generacions posteriors a la seva d'estudiosos de la ciència i la cultura àrab.

La primera professora numerària astronoma en una universitat de l'Estat espanyol

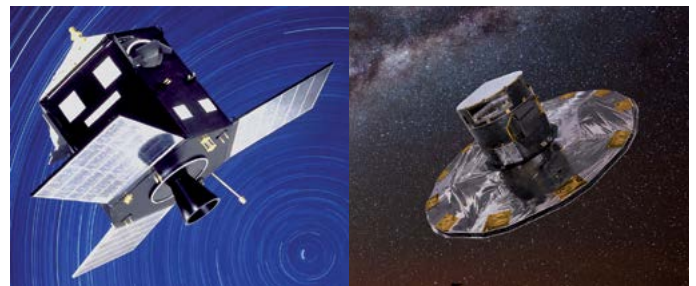
Per concurs oposició convocat el gener de 1973 fet a Madrid, l'any 1975 obtingué el nomenament de professora adjunta d'Astronomia de la Universitat de Barcelona, i es convertí en la primera professora numerària astronoma en una universitat de l'Estat espanyol. Més tard, passà a ser professora titular d'Astronomia, i compartí les tasques de coordinació del departament amb el catedràtic i cap de Departament, el Dr. Juan José de Orús Navarro. Va ocupar aquesta plaça fins a la seva jubilació el setembre de 1990, als seixanta-cinc anys segons obligava la llei. En acabat, l'any 2004, va ser nomenada professora titular emèrita a títol honorífic per la Universitat de Barcelona.

Els anys 1976 i 1979, per períodes de curta durada, dins del programa de Cooperación Ci-

entífica Hispano Francesa, va treballar a l'Institut Henri Poincaré, Laboratoire de Dynamique et Statistique Stellaire, Université Paris VI, i a l'Observatoire de Meudon, en l'estudi de l'estructura del núvol d'Oort de cometes.

A finals dels anys setanta i principis dels vuitanta va col·laborar amb la Càtedra Espacial de Tecnologies de l'Espai de la Universitat Politècnica de Catalunya, impartint les classes d'Astrodinàmica i Mecànica Celeste. Paral·lelament, com a membre de l'Agrupación Astronáutica Española, va formar part del comitè organitzador i va ser la coordinadora científica de les edicions dels anys 1979, 1981, 1983 i 1985 de la Semana de Astronáutica.

Ara, passats més de quaranta anys de la incorporació a la missió Hipparcos, podem dir que gràcies a l'experiència adquirida en aquest gran primer projecte, el grup d'astronomia galàctica de la Universitat de Barcelona, format per més d'una trentena de científiques i científics, n'és responsable de paquets de treball essencials i destacats de la missió Gaia, successora d'Hipparcos i també de l'ESA. Aquesta és una missió tremendament ambiciosa que aporta les posicions, les velocitats, la composició química i l'edat de més de dos mil milions d'estrelles de la nostra galàxia amb l'objectiu d'esbrinar els aspectes claus del seu origen i evolució.



Esquerra: satèl·lit Hipparcos. Dreta: satèl·lit Gaia.
Font: ESA

Des de l'any 1980 i fins a quasi la seva jubilació, va treballar amb insistència i sense interrupció en la tasca d'incorporar els equips de la Universitat de Barcelona, i també de la resta d'Espanya, en la missió Hipparcos de l'Agència Espacial Europea (ESA). Va ser gràcies a les seves col·laboracions amb els equips de l'Observatori de París-Meudon que el personal investigador jove del nostre país es va adherir a l'equip internacional europeu responsable del desenvolupament i operació d'aquest satèl·lit, la primera missió astromètrica des de l'espai. Aquest satèl·lit, llançat a l'espai l'any 1989, va mesurar per primera vegada i amb precisió sense precedents, les distàncies i els moviments de més de cent mil estrelles de l'entorn solar.

L'any 1988 el Departament d'Astronomia i Meteorologia de la Universitat de Barcelona es va tornar a fer càrrec de l'ensenyament de la Geodèsia, matèria que la Dra. Català va impartir aquell curs i el següent. Aquesta tasca va permetre establir bones col·laboracions amb l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

A partir dels anys noranta, tot i haver-se jubilat, la seva activitat no disminuí, continuà treballant en els projectes que tenia oberts. Per citar-ne alguns exemples, l'any 1990 fou la investigadora principal del projecte *Geodesia con técnicas GPS*, en col·laboració amb l'Institut Cartogràfic de Catalunya. L'any 1997 va ser anomenada assessora de la secció d'astronomia de la revista *National Geographic España*, d'Edicions RBA.

És molt destacada l'activitat docent de la Dra. Català a la Universitat, tant pel que fa a la docència com a la producció de material d'estudi. Destaca el quasi centenar de publicacions: llibres de docència universitària i articles en revistes de temes diversos com ara l'astronomia de posició, l'observació astronòmica, els sistemes estel·lars, l'ensenyament de l'astronomia, la història de l'astronomia, i la divulgació.

Referint-se a la seva carrera ben sovint deia:

«La meva dedicació a la docència de vegades ha anat en detriment de la meva dedicació a la investigació, però dono el meu temps per ben ocupat.»



Dra. Català i el Dr. Orús amb estudiants i membres del Departament de Física de la Terra i del Cosmos de la Universitat de Barcelona, 1979.

Font: Dr. Guillem Anglada.

Entre les seves publicacions citarem els llibres:

- *Contribución al estudio de la dinámica de los sistemas estelares a simetría cilíndrica* (1971), resum de la seva tesi doctoral.
- *Colisiones binarias en el problema restringido de los tres cuerpos* (1981), en col·laboració amb F. Nahon.

i de l'ensenyament de l'astronomia:

- *Astronomía esférica y mecánica celeste* (2007), publicació conjunta amb el Dr. Orús i el Dr. J. Núñez, consultable electrònicament a través de la Universitat de Barcelona per internet, i que ha esdevingut un referent.

Va dirigir set tesis doctorals i onze tesis de llicenciatura, una mostra més de la seva capacitat investigadora i activitat acadèmica.

La Dra. Català va ser membre de nombroses societats científiques:

- Grup de Recerca d'Història de les Ciències, des de 1978.
- Institut Millás Vallicrosa d'Història de la Ciència Àrab, des de 1985.
- Unió Astronòmica Internacional, des de 1979. Durant quinze anys fou representant espanyola a la Comissió 46 per a l'ensenyament de l'astronomia.
- Comissió de Professors d'Astronomia des de la seva creació l'any 1983 per la Direcció General de Batxillerat, promoguda pel Departament de Física de la Terra i del Cosmos de la Universitat de Barcelona.
- Societat Astronòmica Europea des de la seva fundació l'any 1990.
- Societat Espanyola d'Astronomia.
- Societat Catalana de Matemàtiques, filial de l'Institut Estudis Catalans.
- Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, entre d'altres.

M. Assumpció Català Poch, la Dra. Català tal com l'anomenàvem, la primera dona que va ocupar un càrrec d'astrònoma professional en una universitat espanyola, va morir el 3 de juliol de 2009.

Fins al darrer moment, la Dra. Català va estar fent recerca i treballant, amb un interès especial per l'ensenyament de l'astronomia. Va deixar escrit *L'ensenyança de l'astronomia a Barcelona. Aproximació històrica (1589-1964)*.

Pocs mesos abans de morir, l'abril de 2009, la Generalitat de Catalunya li va atorgar la Creu de Sant Jordi en reconeixement de la seva tasca científica i la seva activitat acadèmica com a professora universitària d'astronomia, física i matemàtiques.

Des de l'any 2016, el telescopi de l'Observatori-aula del Centre d'Observació de l'Univers d'Àger (Noguera) porta el seu nom. És el primer telescopi a l'Estat espanyol amb nom de dona.

L'abril de 2018, l'Ajuntament de Barcelona posà el nom «Jardí Assumpció Català» a l'interior de l'illa de cases de Comte Borrell 305.



Observatori-aula Assumpció Català.
Font: Dr. Eduard Masana

Barcelona, febrer de 2024

Altres referències sobre la bibliografia de la Dra. Català:

- R. Puig i C. Jordi (2009), «Professor Maria Assumpció Català Poch» (1925-2009) *Contributions to science*, 5 (2): 203-208; Institut d'Estudis Catalans, Barcelona. Fons: Maria Asunción Català Poch (Universitat de Barcelona. CRAI Biblioteca de Física i Química) [en línia]. <<http://www.ub.edu/arxiu/ca/ubdoc.html>>
- Fons: Maria Asunción Català Poch (Universitat de Barcelona. CRAI Biblioteca de Física i Química) [en línia]. <<https://crai.ub.edu/ca/recursos-d-informacio/patrimoni-bibliografic/fons-arxiu>>

Aquesta monografia sobre l'observació del Sol a la Universitat de Barcelona als anys cinquanta està dedicada a la Dra. Maria Assumpció Català i Poch en reconeixement de la seva trajectòria científica. Als anys cinquanta, la Dra. Català va començar a observar el Sol i, uns anys més tard, va ser l'encarregada i la responsable d'aquestes observacions, activitat que va combinar amb la investigació i la docència.

El text té ús divulgatiu i està pensat per introduir estudiants i públic en general en la comprensió dels mètodes utilitzats per a l'estudi de les taques i de les protuberàncies del Sol, entre els anys 1950 i 1970, quan encara no hi havia satèl·lits observant contínuament l'activitat solar. Aquesta monografia s'ha completat amb una biografia de la Dra. Català.