

## Butlletí núm. 19 – setembre de 2009

### MESURA DEL RADI DE LA TERRA

*Crònica d'una experiència impulsada des d'Aster amb motiu de l'Any Internacional de l'Astronomia, amb participació de 650 centres escolars de tota Espanya.*

#### Pere Closas

Aster va presentar com activitat de l'Any Internacional de l'Astronomia un projecte per a les escoles, que consistia a recollir dades de tots els centres escolars d'Espanya que volguessin participar, i fer amb aquestes dades una determinació del Radi de la Terra, repetint la mesura que per primera vegada va fer Eratòstenes al segle III a. C.

#### El mètode d'Eratòstenes

El treball del savi grec és només conegut per citacions posteriors. Es va assabentar que en un lloc del Sud d'Egipte (Assuan), determinats dies de l'any els rajos del Sol il·luminaven el fons d'un pou, o sigui queien de forma totalment perpendicular al sòl. I ell, gran observador, sabia que aquest fenomen no es produïa en la seva ciutat, Alexandria.

La reflexió sobre aquests fets el portà a postular la forma esfèrica de la Terra i fins i tot a trobar una forma de calcular-ne la grandària.

El mètode d'Eratòstenes es basa en la relació de dues mesures: la diferència de la inclinació sota la que cauen els rajos de Sol, a ple migdia, un mateix dia de l'any, en dos llocs diferents de la Terra (aquesta diferent inclinació és la responsable de la llargada diferent de les ombres d'objectes de la mateixa alçada) i la distància que separa ambdós llocs.

No és conegut amb seguretat el resultat que va obtenir Eratòstenes. La tradició diu que va estimar la diferència d'inclinacions dels rajos del Sol entre Assuan i Alexandria en 1/50 de circumferència; i que va calcular la distància entre les dues ciutats pel comptatge del nombre de passes d'un esclau que amb aquesta finalitat va enviar d'una ciutat a l'altra.



Vista a un IES mentre els estudiants recollien dades

En qualsevol cas cal assenyalar que el gran mèrit d'Eratòstenes no rau en una presumpta exactitud en els resultats sinó en comprendre que la grandària de la Terra era mesurable i en esbossar un mètode per l'obtenció indirecta del seu valor.

### El mètode científic

Potser algú es preguntarà quin interès pot tenir una experiència orientada a mesurar, de forma només aproximada, donada la simplicitat dels materials utilitzats, un valor que hauria de ser perfectament conegut dels escolars, els 40.000 Km de la circumferència de la Terra.

La resposta és clara. El coneixement científic que la humanitat ha anat constituint al llarg dels segles està format per conceptes, relacions, lleis, valors de determinades constants fonamentals. Tots aquests elements constitueixen l'estat actual del coneixement de cada ciència, entre elles, l'Astronomia. El procés de formació d'aquest corpus científic no ha estat totalment rectilini: hi ha hagut molts assajos, passes endavant i algunes passes endarrere; s'han hagut de descartar explicacions o teories que no acabaven d'encaixar; els càlculs s'han anat refinant.

Cada generació rep aquest llegat i el transmet a la generació següent. No seria possible que cada generació, que cada membre de cada generació, hagués de repetir els experiments i càlculs en què es basa el coneixement actual; però sí que ha d'aprendre la forma com aquest conjunt de coneixements s'ha constituït i com es va completant. A aquest conjunt d'habilitats experimentals i intel·lectuals l'anomenem el mètode científic.

Per aquesta raó en el nostre projecte es donava més importància a les tasques d'enregistrament curós de les dades, mesura, tabulació, càlcul, contrast dels resultats amb els de la bibliografia o amb els d'altres observadors, que no pas al valor exacte del resultat a obtenir.

### Realització a l'entorn escolar

L'experiència d'Eratòstenes és un clàssic en el món escolar.

En la realització que es va plantejar amb motiu de l'Any Internacional de l'Astronomia se li van voler donar els següents trets diferencials:

- aconseguir una participació com més gran millor d'escoles, repartides per tot el territori espanyol
- adreçar-la a tots els nivells de l'escolaritat, amb activitats pels més petits i pels més avançats
- donar-li un cert caire festiu; pels centres i persones participants hauria de ser com una celebració d'un dia de festa i un dia de ciència, un dia de festa de la ciència

### L'experiència del dia 26 de març

El dia 26 de març de 2009 va ser el dia escollit i anunciat amb antelació per dur a terme l'experiència. Dels 900 i escaig centres escolars que s'havien inscrit més de 650 centres van participar amb recollida de les dades i altres activitats.

A part de la simple comunicació de dades, molts professors van enviar informes i fotos que són la prova que la realització de la experiència va aplegar molta gent i que es va prendre amb molt d'interès.

Alguns centres de primària que varen treballar amb els més petits han informat de la seriositat amb què també ells participaven en unes mesures importants que feien els més grans. No van prendre mesures, ja ho faran més endavant. Però ara saben que al llarg del dia el Sol va canviant de lloc; i, molt més important, això ho saben no perquè els ho ha explicat la mestra sinó perquè ells mateixos ho han observat.

Alumnes més grans van enregistrar durant un lapse d'unes dues o tres hores al voltant del migdia la trajectòria de l'ombra del extrem del gnomon.

I un cop acabat l'enregistrament de dades, com en tot experiment científic, va venir la fase del seu tractament.

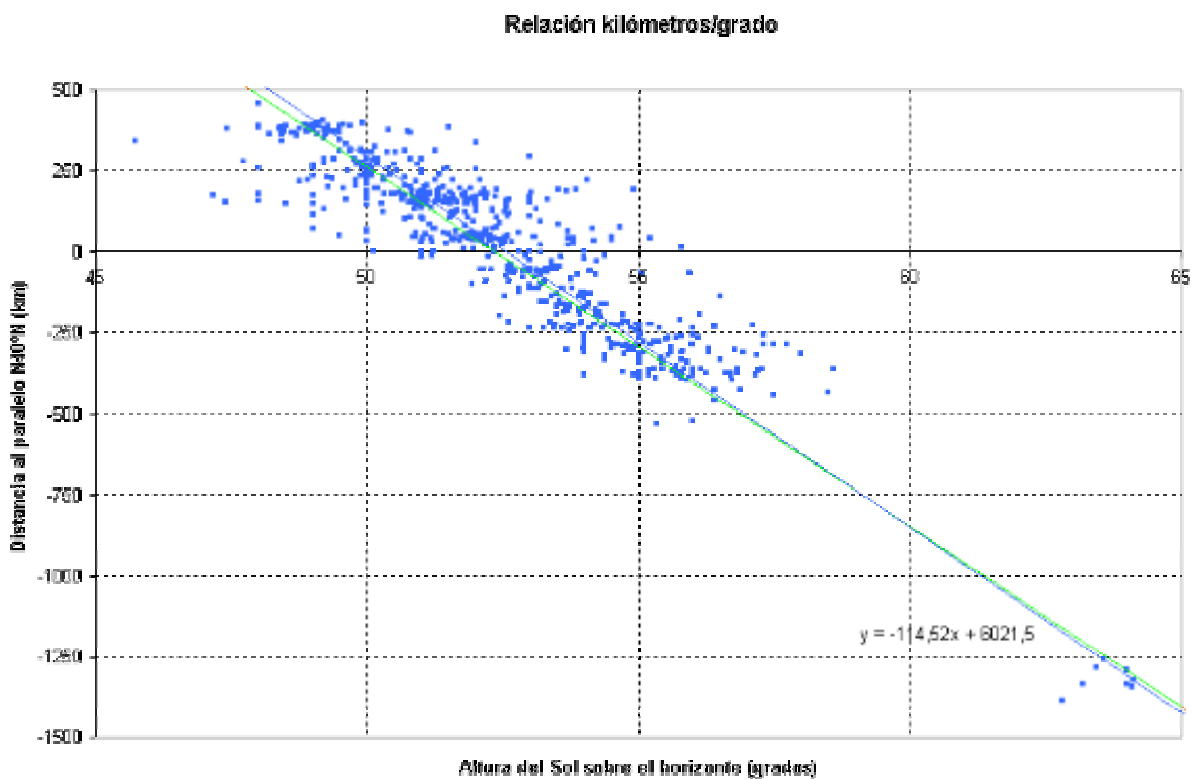
A partir del full amb el registre de l'evolució de l'ombra van determinar la direcció Nord Sud, la llargada de l'ombra en el moment en què aquesta ombra era mínima i, opcionalment, l'hora en què es produïa aquest fet. Els mètodes emprats per aquests càlculs podien variar; s'havien suggerit diferents alternatives, adaptades al nivell d'escolaritat de cada grup d'alumnes. A partir d'aquí es tenia la primera dada, la altura del Sol per damunt de l'horitzó en el moment del trànsit pel meridià o moment del migdia solar local.

La segona dada necessària pel mètode d'Eratòstenes és la distància, en direcció Nord-Sud entre observadors. En l'experiència col·lectiva plantejada es va preferir mesurar la distància de cada lloc d'observació a una referència comuna arbitràriament elegida; es va triar el paral·lel 40°N, el paral·lel que passa aproximadament pel centre de la península. El suggeriment era obtenir aquesta dada mesurant les distàncies amb un regle sobre un bon mapa i fent un petit càlcul a partir de l'escala; hi

ha una certa similitud entre comptar passes sobre el terreny i mesurar distàncies sobre les reproduccions del terreny en petit que anomenem mapes. A partir d'aquesta distància és molt fàcil deduir la distància que separa, en direcció Nord-Sud qualsevol parella d'observadors.

Alguns dels centres escolars participants van contactar amb altres centres amb la finalitat d'obtenir dades per fer ells sols els càlculs del Radi de la Terra. La comprensió de la idea d'Eratòstenes amb les dades de dos observadors és a l'abast dels estudiants de secundària amb l'explicació prèvia dels seus professors.

Finalment amb les dades de tots els centres escolars que van obtenir i comunicar les seves dades es va fer un càlcul estadístic conjunt. Es disposa de les dades de 639 centres escolars. I la millor aproximació amb totes aquestes dades dóna per el Radi de la Terra un valor de 6561 Km valor que discrepa del valor real conegut de 6366 Km lleugerament per sota del 3%.



Gràfic i equació finals obtinguts

Per a la recollida i tractament de dades vam crear un petit equip el Lluís Casamitjana, el Miquel Climent i el que signa aquestes línies. En algun moment ens vàrem veure mig desbordats per l'afluència de dades dels centres participants.

### Conclusió

L'ocasió de l'Any Internacional, ocasió única, demanava algun tipus d'activitat que fos també única. I entre tots, professors que van motivar i engrescar els seus alumnes, aquests mateixos alumnes i les persones que van organitzar l'experiència, es va convertir en una única experiència clàssica i coneguda. Va ser única pel nombre de centres i de persones que van participar-hi; pel clima que es va saber crear a moltes escoles, combinant el goig de gaudir de la festa i el rigor de fer ciència; pel sentiment que molts professors van saber transmetre: encara que repartits per una zona molt àmplia, s'estava fent una sola tasca que només amb l'esforç i col.laboració de tothom arribaria a bona fi.

Per saber-ne més, per tenir accés a les llistes de centres participants i als resultats obtinguts, per veure els materials que es van preparar per l'experiència i una extensa galeria de fotos, podeu accedir a la pàgina web [www.astronomia2009.es](http://www.astronomia2009.es) dintre de l'apartat 'Proyectos de ámbito nacional'

## ACTIVITAT SOLAR

### Resum : Gener-Juny 2009

#### J.Conill - J.R.Noy

Mitjanes de Wolf cada 5 dies.

Gener : Dies 5 -10 - 15 - 20 - 25 - 31  
 Wolf - 0 2.6 5.2 0 0 0

Febrer : Dies 5 - 10 - 15 -20 - 25 - 28  
 Wolf - 0 0 2.2 0 0 0

Màxim : 24 – Mínim: 0 (22dies)- Mitjà: 1,92

Màxim: 11- Mínim: 0 (24 dies) - Mitjà: 0.95

Març: Dies: 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 31  
 Wolf - 0 2.8 0 0 0 0  
 Màxim: 16 – Mínim: 0 (26 dies) - Mitjà: 0.51

Abril: Dies 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30  
 Wolf - 0 0 0 0 0 5.0  
 Màxim: 13 – Mínim: 0 (27 dies) – Mitjà: 0,92

Maig : Dies 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 31  
 Wolf - 0 0 3.6 8.4 0 0  
 Màxim: 18 – Mínim: 0 (25 dies) – Mitjà:2,57

Juny : Dies 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30  
 Wolf - 16 0 0 0 9 0  
 Màxim:26 - Mínim: 0 (23 dies) – Mitjà: 4.80

Nº de Beck:	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
	100	44	168	98	82	717

Rotació Carrington:	2078/79	2079/80	2080/81	2081/82	2082/83	2083/84

Activitat per	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Hemisferis: Grups N.	3	0	0	0	5	4
S.	0	2	2	2	0	3
Focus N.	24	0	0	0	20	40
S.	0	2	8	5	0	17

Núm. d' observacions:

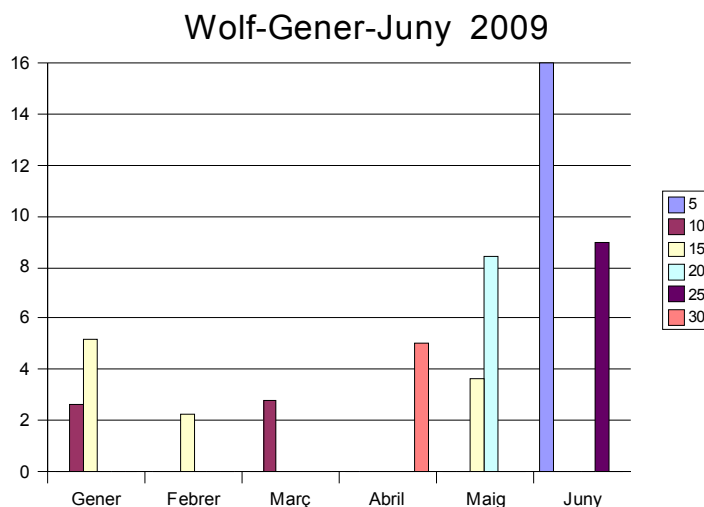
Joan Conill:	24	23	27	27	28	26 = 129
Jesús Efrén:	19	18	17	23	28	29 = 105
J. R. Noy:	6	6	7	11	13	11 = 43
Total:	49	47	51	61	69	66 = 277

Tipus de taques observats:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Gener :	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Febrer :	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Març :	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Abril :	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Maig :	4	3	-	-	-	-	-	-	-
Juny :	-	4	3	3	-	-	-	-	-

#### Inactivitat solar

Un dels aspectes més interessants de l'activitat solar és el poder veure taques i procedir a la seva classificació: grups, taques, nombre de Wolf, Beck, etc. El cicle 23 va començar el 1996 i hauria d'haver acabat a finals de 2007 per donar pas al nou cicle 24. Però sembla que aquest no acaba d'arribar del tot, o al menys amb poca presència de taques i molt esporàdiques. De fet el nou cicle magnètic solar ja ha arribat fa estona doncs els pocs grups de taques sorgits tenen ja la polaritat magnètica canviada respecte al cicle anterior.

Des de mitjans de 2008 la inactivitat ha sigut la nota més destacada i el numero "0" de Wolf el dominant dels últims 12 mesos. Per això el títol és "inactivitat solar". Veieu sinó, les següents xifres sota la gràfica.



2008	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Dies "0":	29	28	19	16	18	18
Núvol:	-	-	11	10	3	12

2009 -	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Dies "0":	22	21	26	23	24	23
Núvol:	7	4	4	3	1	3

Període anual 365 dies : 100%

Dies valor "0": 267 = 73%

Dies núvol : 58 = 16%

actius : 40 = 11%

Dies

Ens trobem doncs en un període de mínima activitat solar molt més llarg de l'habitual, després d'un cicle, l'anterior 23, també més llarg del normal (uns 12 anys i escaig en lloc dels 11,2 de mitja). Això ha fet córrer tinta entre els observadors solars, preguntant-se si no estaríem entrant en un període de molt baixa activitat solar com el famós mínim de Maunder, quan durant uns 70 anys el sol no va fer quasi taques a mig segle XVII i inicis del XVIII. Tanmateix els experts prediuen que no serà el cas i que el cicle que ara iniciem serà d'activitat més aviat baixa i culminarà l'any 2013 amb valors mitjans de Wolf 90, quan el darrer han sigut de 125. Caldrà veure si és així.

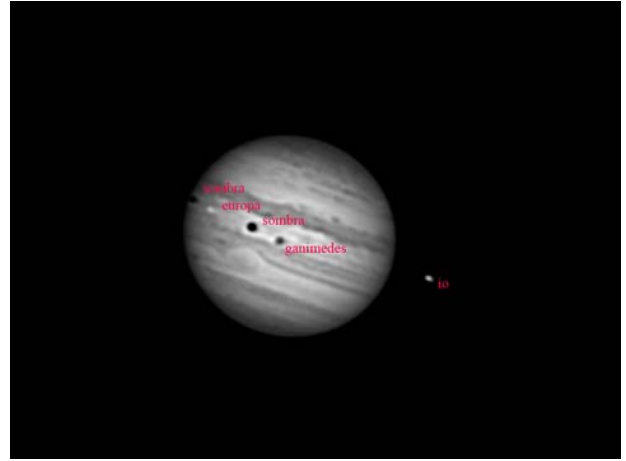
Aquells aficionats que desitgen incorporar-se al grup de seguiment de taques solars, es veuen de moment frustrats per la manca d'activitat que en aquests darrers anys presenta el Sol. Caldrà una mica més de paciència a la espera de que comencin a sorgir taques de manera més continuada i poder disfrutar novament de la seva activitat. Darrerament (dies 20 de setembre) ja han sorgit quasi simultàniament dos grups més importants, si bé un d'ells l'hem pogut veure només quan ja declinava, doncs s'ha desenvolupat força quan encara era a la cara no visible del sol.

## FOTOS

Seguim fent-ne amb èxit. Pesi a les desventures sofertes Albert Capell va poder salvar alguna foto de l'eclipsi de Xina. Ens ho haurà d'explicar un dia. Pitjor va ser pel que subscriu, que el va "veure" sota la pluja. Això sí: a les fosques com en plena nit i a l'acabar fent-se de dia per l'oest! . J.R.Noy



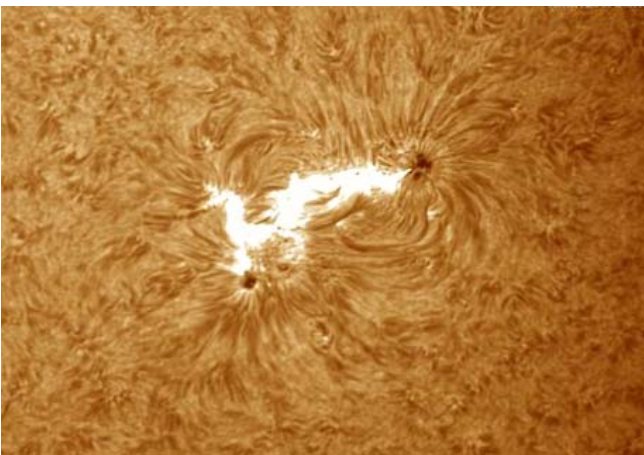
A.Capell. Perles de Bailey. Eclipsi total de sol a Anji (Xina), 22-7-09



J.Muñoz. Trànsits dels satel·lits de Júpiter 19-08-09



D.Calabuig. Nebulosa M27. 30-7-09



J.Muñoz. Fulguració al sol en H $\alpha$ . 5-7-09



J.Muñoz. Taca i filament al sol en H $\alpha$ . 23-9-09