

# URÂNIA

Número 13, 3<sup>a</sup> época

*Juny 2003*

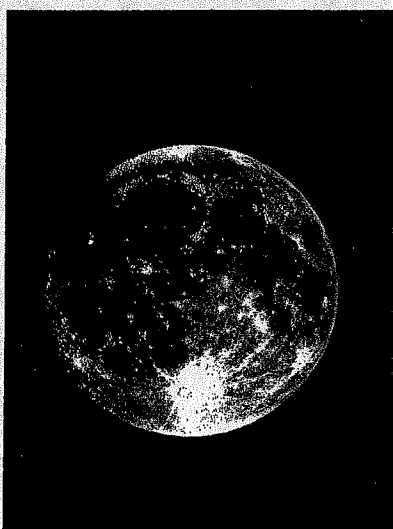
## URÀNIA

Butlletí del Grup  
d'Astronomia de Tiana

SEU SOCIAL  
Eduard Fontserè, s/n (Zona Polisportiva)  
08301 Tiana

HORARI DE REUNIÓ  
Divendres, de 22'30 a 00'30h

DIPÒSIT LEGAL: B30030/1989



President: Enric Monreal  
Secretària: Griselda Aixelà  
Coordinador Urània: Josep Oriol Font  
Composició: Griselda Aixelà,  
Ramon Bosque, Josep Oriol Font  
Joan Martín  
Correcció lingüística: Josep Oriol Font  
Col·laboradors: Georgina Aixelà,  
Griselda Aixelà, Josep Maria Aymamí,  
Ramon Bosque, Josep Escaramís  
Josep Oriol Font, David Rodríguez

---

<b>Editorial (Enric Monreal)</b>	<b>3</b>
<b>La difusió de l'astronomia des de l'observatori (Griselda Aixelà)</b>	<b>4</b>
<b>Cel Profund: NGC 6210 (Josep Maria Aymamí)</b>	<b>6</b>
<b>Júpiter 2003 (Josep Oriol Font, Enric Monreal)</b>	<b>8</b>
<b>L'observació de les estrelles dobles (Ramon Bosque)</b>	<b>11</b>
<b>La morfologia de la Lluna (David Rodríguez)</b>	<b>14</b>
<b>Stonehenge i l'arqueoastronomia (1):</b>	
<b>Sir Norman Lockyer (Josep Oriol Font)</b>	<b>16</b>
<b>Meteorologia (Josep Escaramís)</b>	<b>22</b>

---

Portada: La lluna minuts abans de l'inici de l'eclipsi del 29/11/1993

---

Collaboren: Ajuntament de Tiana i Consorci del Parc de Serralada de Marina

## Editorial

Quan ara fa sis mesos inauguravem l'observatori ni els més agossarats creiem que, passat aquest temps, podríem fer un balanç tan positiu com el que podem fer després de donar una ullada als resultats obtinguts fins ara, tant pel nivell dels resultats observacionals –dels que aquest butlletí n'és una petita mostra-, com per la gran afluència de públic, tant en les observacions organitzades *ex profeso* com en les sessions obertes de tots els divendres.

En relació al primer punt, cal comentar que, en aquesta primera etapa de funcionament, hem pogut constatar que el lloc escollit per edificar l'equipament reuneix unes condicions de visibilitat magnífiques, que en ocasions freguen l'excel·lència, havent-se pogut arribar al límit teòric de l'instrumental del que disposem actualment, la qual cosa cada cop fa menys descabellada la idea que a mig termini, i sempre que hi hagi possibilitats, el puguem ampliar. Hi ha hagut nombroses nits que hem pogut distingir perfectament els discs dels principals satèl·lits de Júpiter, així com nombrosos detalls d'alta resolució de la seva atmosfera. Altres nits ens hem quedat bocabadats en veure resolts en centenars d'estels cúmuls globulars, com M13 a Hèrcules, o detalls estructurals de la nebulosa anular de la Lira. No han faltat tampoc les nits en que ens semblava poder tocar la Lluna amb les nostres mans, fent-se visibles en el nostre satèl·lit detalls superficials de l'ordre dels 500 metres d'extensió.

Pel que fa a l'afluència de públic (que, per cert, ens ve de Tiana i també de fora), cal dir que en ocasions ens hem arribat a veure desbordats, fins el punt que caldrà un replantejament per distribuir racionalment el temps que es dedica a l'observació i a la divulgació. Per sort, disposem del més important, un equip humà molt motivat, que cada cop més, tot demostrant la seva capacitat organitzadora, se n'està sortint de totes.

No han faltat tampoc esdeveniments inesperats que ens han fet amoïnar com, per exemple, l'efecte altament negatiu que pot infligir en la qualitat del cel el projecte del nou traçat de la carretera B-500. Aquest és un greu problema que afecta directament les possibilitats de futur de l'observatori, pel que ens hem vist obligats a presentar un plec d'al·legacions de les que, per cert... encara esperem resposta.

En resum, sis mesos que han estat de tot, menys avorrits. Oi companys?

## La difusió de l'Astronomia des de l'observatori

En el projecte d'activitats a desenvolupar des del nou observatori de Tiana es va destacar un apartat dedicat a la difusió de l'astronomia, programant conferències, cursos i observacions. En aquests sis mesos de funcionament hem posat en marxa el programa d'observacions destinades a un públic ampli, sense requerir coneixements previs. Es pot dir que l'èxit ha estat notable.

Les observacions s'han programat mensualment, sense tenir una periodicitat fixa per tal de poder-nos adaptar millor a l'objecte que interessa observar. El programa d'aquest any està pensat per donar a conèixer els principals astres i fenòmens astronòmics, sense oblidar els fenòmens puntuals que es puguin presentar. Cadascuna es dedica a un tema concret per tal de facilitar la difusió d'uns conceptes bàsics, a més de facilitar el pas de la gent pel telescopi, ja que acostuma a ser un procés lent i impedeix observar massa coses diferents.

Les activitats es comencen amb una breu xerrada per oferir als assistents una informació mínima sobre l'objecte i els fenòmens que podran observar, de manera que els ajudi a entendre el que veuen un cop estiguin darrera el telescopi. Amb aquesta intencionalitat s'elabora una guia amb explicacions i esquemes que faciliten tant l'observació des de l'observatori, com serveixen després de recordatori.

Generalment, a més del telescopi de la cúpula comptem amb un segon aparell a la terrassa per fer més amena l'espera, ja que el pas dels visitants acostuma a ser lent. Ens interessa que tinguin temps de mirar, preguntar i comprendre allò que veuen. Un cop ha pogut observar tothom, es pot repetir o es pot ampliar cap a altres objectes.

Aquestes primeres sessions s'han dedicat a la Lluna, els seus cràters, els planetes Júpiter, Saturn i Mercuri, i el Sol. Pel mes de juliol s'ha programat una observació de cel profund, és a dir, objectes molt llunyans com galàxies o nebuloses. Mart també serà objecte d'atenció, aprofitant la seva proximitat amb la Terra, al mes de setembre.

A més d'aquestes observacions programades, els divendres hem rebut nombroses visites, a les que també s'ha ofert la possibilitat de mirar els objectes que tinguéssim a l'abast en cada ocasió. És cert que aquestes visites han fet trontollar una mica la dinàmica de treball interna, però creiem que ho podem solucionar mostrant cada divendres el treball que es pot fer com astrònom amateur.

L'observatori ha despertat la curiositat de molta gent, com ho constaten les visites que hem rebut. Molts senten curiositat per mirar pel telescopi; alguns tenen coneixements d'astronomia i volen aprofitar l'oportunitat per observar i preguntar dubtes. Un dels fenòmens que hem pogut constatar és la presència d'un públic familiar que, malgrat els horaris, repeteix l'experiència, i que constitueixen un alt percentatge de les visites. Els nens, a més, han arribat a mans de grups d'escoltes de Tiana i Montgat, pels que s'han fet sessions especials. De cara al curs vinent estem oberts a contactes amb les escoles, tot i que el problema serà fer compatibles els horaris.

Amb la intenció de deixar constància de l'interès que desperta l'observatori, vam elaborar un llibre de visites, on la gent pogués deixar constància del seu pas. Entre l'11 de maig, data de l'observació pública del Sol, i el 7 de juny, han signat 136 persones, tenint en compte que no són totes les que han passat per l'observatori, ja que el registre és voluntari. Aquest sistema ens permet, a més, captar gent interessada, ja que ens poden deixar el correu electrònic per tal que puguem informar de les properes activitats.

Tot i l'aclaparadora majoria procedent de Tiana, hem rebut gent de Barcelona, Sant Adrià, Santa Coloma de Gramenet, Badalona, Alella, Masnou, Vilassar, Mataró, Lliçà de Vall i Montgat. En algun cas són gent que ja està en contacte amb el Grup d'Astronomia; en d'altres, s'han assabentat de l'existència de l'observatori a través del boca a boca. En el cas de les activitats públiques, hem utilitzat la difusió de la ràdio i la premsa escrita local. Ens sorprèn, però, la poca aflluència de montgatins en comparació a altres localitats, malgrat la proximitat.

A més de les observacions, de cara a la tardor, s'està preparant un curset d'introducció a l'astronomia i es vol fer alguna conferència de divulgació, per exemple sobre Mart.

## Cel profund: NGC 6210

Els estels com el nostre Sol tenen un final molt discret. A diferència d'estels amb una massa molt superior, que acaben esclatant en forma de supernova i deixant el rastre d'un estel de neutrons, o fins i tot donant lloc a un forat negre, els estels més menuts solen tenir un final relativament tranquil.

Aquests estels moren quan s'exhaureix el combustible que alimenta les reaccions nuclears al seu interior. Quan la força de la gravetat ja no pot mantenir en marxa el "motor nuclear", l'estel es contrau i expulsa cap a l'espai les seves capes externes. Es forma així una bombolla de gasos que en successives glopades s'expandeix cap a l'espai exterior. Els gasos són il·luminats per la llum de l'estel que l'ha originat, com si es tractés d'una bombeta fluorescent. Aquest fenomen permet identificar-les de manera inequívoca, perquè la llum que emeten (l'espectre) presenta unes característiques molt concretes. Els astrònoms han pogut observar directament l'expansió dels gasos, podent establir una data molt acurada del naixement de la nebulosa. Es coneixen ja almenys unes 1.500 nebuloses planetàries a la nostra galàxia. També se n'ha identificat a d'altres galàxies amb l'ajut de grans telescopis.

Als vespres d'estiu podeu observar molts d'aquests objectes. A la constel·lació d'Hèrcules, a part d'observar cúmuls globulars (M13, M92), també podeu observar nebuloses planetàries. Una de força brillant és NGC 6210. La podreu trobar entre els estels  $\beta$  i  $\delta$  Her. Caldrà almenys un petit telescopi perquè aquest cos té unes dimensions força reduïdes (20" d'arc). Amb uns 50 o 60X ja és possible veure que no és realment un estel sinó un petit disc. Amb uns binocles és possible veure-la, com un petit estel de magnitud 9.7. El telescopi mostrarà pocs detalls, només aquest aspecte de "bola de neu" o de "cotó". Hi ha persones que veuen un lleuger to blavós o verdós a la nebulosa. A les imatges produïdes per grans telescopis, la nebulosa no és però un objecte tan regular, sinó una mena de cabdell embolicat i de filaments gasosos. Per aquesta zona del cel, per cert, també hi ha una altra nebulosa planetària excepcional, la de "l'Oll de Gat" (NGC 6543), a la constel·lació del Drac. Quan observeu aquestes nebuloses, penseu que d'aquí uns milers d'anys, vist des d'un centenar d'anys-llum de distància, el nostre Sol tindrà un aspecte molt semblant al d'aquests astres. Com ser a una màquina del temps, oi?

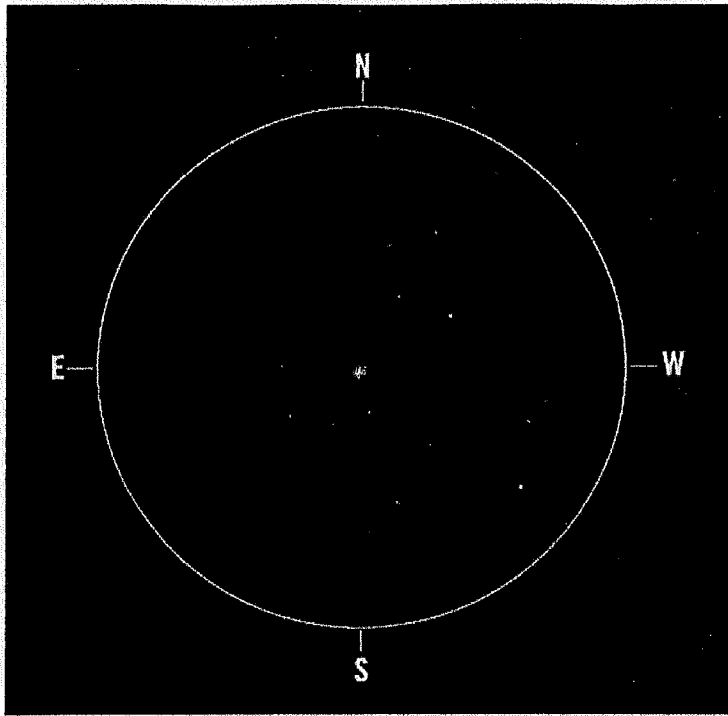


Fig. 1: NGC 6210 (Josep Maria Aymamí)

Fig. 2: planisferi síntesi de la campanya de Júpiter 2003 (Secció de planetària)

Fig. 3: les immediacions de la RS, tal i com es veien el 5 de febrer de 2003 (Secció de planetària)

Fig. 4: ampliació del planisferi síntesi de les immediacions de la RS. Així és com se'ns mostrava aquesta zona el 20 de març d'enguany (Secció de planetària).

Fig.1

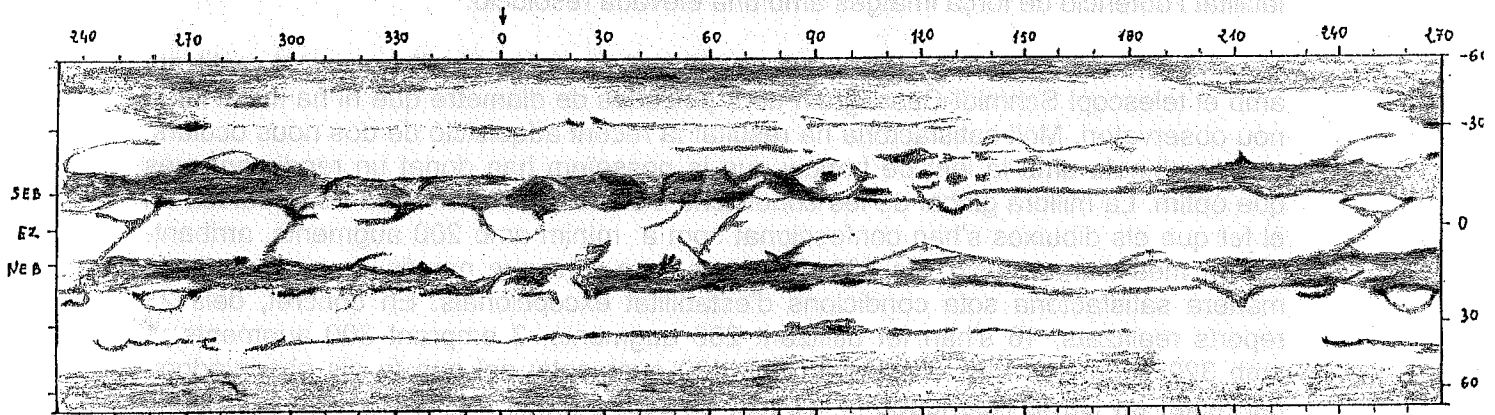


Fig.2

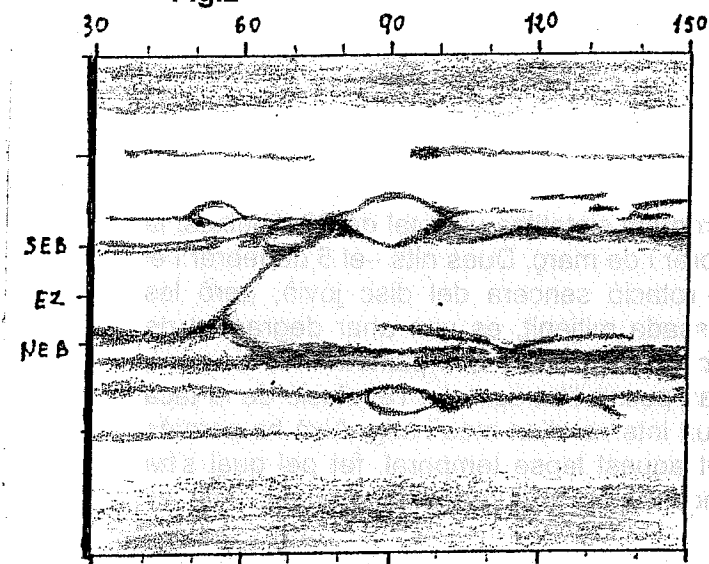


Fig.3

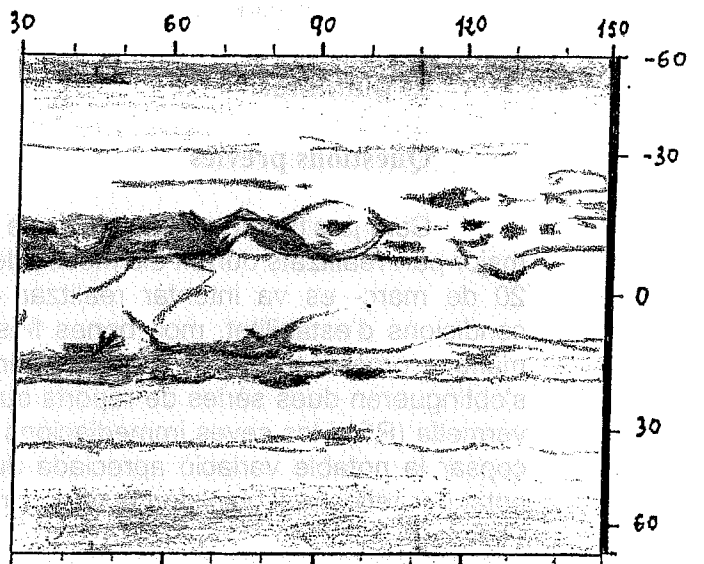


Fig.4

# Júpiter 2003

## Introducció

El planisferi de Júpiter que ara publiquem endega els treballs que la secció de planetària del G.A.T. durà a terme des del nou observatori. Amb aquesta aportació, es trenca un lapse de temps de set anys, durant els quals no s'ha confeccionat cap planisferi del planeta jovian. Aquest buit ha estat provocat per la interrupció temporal del butlletí i per la problemàtica relacionada amb la deficient infraestructura que l'agrupació posseïa fins fa mig any. Tot i això, durant aquest temps l'observació de Júpiter no s'ha interromput, la qual cosa permetrà que en propers exemplars del butlletí apareguin diversos planisferis del planeta d'anteriors presentacions.

## El cel, l'instrumental i els observadors

Abans d'iniciar la descripció del planisferi, volem remarcar que l'elecció de l'indret on s'ha aixecat el nou observatori és un veritable encert. D'ençà la inauguració, hem pogut constatar una millora substancial de la qualitat del cel, ja que les nits amb un *seeing* estable o molt estable han estat relativament nombroses, la qual cosa ha facilitat l'obtenció de força imatges amb una elevada resolució.<sup>1</sup>

La totalitat dels reports en què es basa el planisferi (fig.2) han estat realitzats amb el telescopi Schmidt-Cassegrain de 8 polzades de diàmetre que hi ha instal·lat al nou observatori. Molt satisfactòria ha resultat la recent adquisició de dos nous oculars, que combinats amb la lent de barlow que ja posseïem han donat un rendiment més que òptim. La millora global de les condicions d'estabilitat atmosfèrica es fa palesa en el fet que els dibuixos s'han confeccionat com a mínim amb 200 augments, arribant-se, en més d'una ocasió, als 400 diàmetres, una xifra que només es pot assolir de manera satisfactòria sota condicions d'estabilitat excepcionals. En concret, dels 23 reports realitzats, 16 s'han fet utilitzant 200 augments, 3 emprant 300 augments, 1 amb 320 augments i els 3 restants amb 400 augments; pel que fa als observadors, han estat en David Rodríguez (1 dibuix), en Josep Maria Aymamí (1 dibuix), l'Enric Monreal (10 dibuixos) i l'Oriol Font (11 dibuixos).

## El planisferi

### Qüestions prèvies

Com ja s'ha dit, el planisferi que reproduïm sintetitza un total de 23 dibuixos, la major part realitzats durant els mesos de febrer i de març. Dues nits –el 5 de febrer i el 20 de març– es va intentar realitzar una rotació sencera del disc jovian, però les condicions d'estabilitat, molt bones fins passada mitjanit, es van anar degradant de manera progressiva, fent molt problemàtic el seguiment del planeta. No obstant, s'obtingueren dues sèries de reports que han possibilitat apreciar l'evolució de la taca vermella (RS) i les seves immediacions en un interval d'un mes i mig. Això ha permès copsar la notable variació apreciada durant aquest lapse temporal, fet pel qual s'ha optat per reflectir al planisferi la regió circumdant a la RS durant el 20 de març. Així, es

<sup>1</sup> Això no obstant, cal matisar que durant aquests primers mesos hem apreciat que algunes nits presenten una major estabilitat atmosfèrica durant les primeres hores. Durant els propers mesos caldrà veure si aquesta tendència és l'habitual o bé si es tracta d'un fet atzarós.



pot contrastar la dinàmica de l'atmosfera joviana propera a la RS durant el 20 de març amb la síntesi d'aquesta mateixa zona (fig.3) elaborada a partir de cinc reports del 5 de febrer.

Abans de descriure de manera detallada el planisferi, cal assenyalar que la regió compresa entre els 150 i els 180° té una resolució inferior a la de la resta, ja que va ser coberta tan sols amb dos dibuixos, realitzats sota condicions atmosfèriques no massa bones. També cal dir que per confeccionar el planisferi s'ha emprat el Sistema II, que té en compte la rotació de l'atmosfera de Júpiter per sobre els 20° de latitud<sup>2</sup>.

### **Les regions tropicals i equatorials**

Una mirada de conjunt al planisferi ens permetrà copsar amb facilitat la notable activitat de les regions tropicals i de l'equador del planeta. Com ja és habitual, la dinàmica atmosfèrica d'aquesta zona és força moguda, amb la presència de diversos fistons i ponts entre els 240 i els 70° de longitud. Cal remarcar que tant la banda equatorial nord (NEB) com la banda equatorial sud (SEB) testimoniaren bastant moviment, amb multitud de concentracions fosques i algun trencament, com el que es pot veure a la NEB, a 15° de longitud. Pel que fa als òvals, tan sols se'n van observar quatre: un al sud de la SEB, aproximadament a 280° de longitud, a una latitud que en part ocupa la zona tropical sud (STrZ); dos al nord de la SEB, és a dir, a la zona equatorial nord (EZs); i l'altre a la part nord de la NEB, envaïnt bona part de la zona tropical nord (NTrZ).

### **Les immediacions de la RS**

Si bé es cert que les bandes equatorials es van mostrar molt actives, no hi ha cap dubte que la regió més moguda romanía a les immediacions de la RS, en conjunt molt pàl·lida, tot i hi haver-s'hi copsat alguns canvis entre els reports realitzats a inicis de febrer i els de finals de març. També s'han pogut apreciar molts trencaments i disgregacions a la banda temperada sud (STB) entre els 60 i els 150° de longitud, i d'una manera especial a la SEB i a la STB des dels 100 fins als 150°. En aquest sentit, és molt ilustratiu comparar la morfologia d'aquesta regió -i de la pròpia RS- tal i com, respectivament, apareix a l'ampliació del planisferi (fig.4) i a la síntesi de la zona (fig.3), realitzada a partir dels cinc reports del 5 de febrer.

Les observacions realitzades durant les darreres hores del 5 de febrer reflecteixen el desdoblament de la SEB a ambdós costats de la RS, amb la presència d'un òval al limbe precedent de la component sud de la SEB (SEBs, a 60° de longitud) i una gran activitat a aquesta mateixa banda a les immediacions del limbe següent, aproximadament entre els 100 i els 125° de longitud, extenent-se el desdoblament de la SEB fins més enllà dels 150° de longitud<sup>3</sup>; a més, la STB es presentà força uniforme, amb una condensació a la mateixa longitud que la RS. En canvi, a finals de març, l'atmosfera joviana a les immediacions de la RS havia sofert notables variacions:

---

<sup>2</sup> El període de rotació de Júpiter no és uniforme, variant en funció de la latitud. Per això, es va poder establir una rotació de 9 hores, 50 minuts i 30 segons a la zona equatorial (Sistema I), i una altra, de 9 hores, 55 minuts i 40.6 segons per sobre dels 20 graus de latitud (Sistema II, que és l'emprat al nostre planisferi). També es va definir el Sistema III, relacionat amb el període de gir de l'interior del planeta, emprat en radioastronomia.

<sup>3</sup> Recordem que la zona compresa entre els 150 i els 180° té una resolució menor que la resta del planisferi.

·D'una banda, hom pogué documentar un major trencament a la STB, amb una gran condensació fosca al limbe següent de la RS a uns  $115^\circ$  de longitud, que ens preguntem si és l'evolució de la mateixa condensació que s'observà el 5 de febrer a la mateixa longitud que la RS.

· En conjunt, la SEB encara mantenia una notable activitat, amb força condensacions fosques i algun trencament, tot i haver desaparegut el desdoblament al limbe precedent, que continuava palesant-se al limbe següent amb tota claretat a partir dels  $130^\circ$  de longitud.

·Finalment, ja no s'apreciava el petit òval que apareixia al limbe precedent de la SEBs. Quant a la RS, a finals de març s'hi va documentar una condensació fosca a la part central, la qual cosa contrastava amb la pàl·lida uniformitat que mostrava un mes i mig abans.

### **Les regions temperades i els pols**

En conjunt, les zones temperades presentaven una menor activitat que en campanyes anteriors<sup>4</sup>. La banda temperada nord (NTB) se'ns mostrà força uniforme, amb alguna condensació fosca sobre els  $90^\circ$  de longitud i un trencament entre els  $180^\circ$  i els  $230^\circ$  de longitud. En canvi, la STB estava molt disgregada, i s'hi apreciaren un parell de condensacions a  $25^\circ$  de longitud. Per la seva part, la regió polar nord (NPR) era monòtona, apreciand-se tan sols una badia, o potser un vel, entre els  $200^\circ$  i els  $220^\circ$ . Igualment avorrida era la regió polar sud (SPR), on no s'hi copsà res d'interès, llevat d'un vel a  $270^\circ$  de longitud, que s'extenia de sud a nord uns  $20^\circ$  en latitud, connectant amb una condensació fosca que hi havia a la STB.

### **Conclusions**

Les dades més interessants que s'extreuen del planisferi són les següents:

·Notable activitat als limbes precedent i següent de la RS, que es manifesta en desdoblaments, condensacions i irregularitats a la SEB, i en la disgregació progressiva de la STB.

·Pàl·lida uniformitat de la RS a inicis de febrer, que un mes i mig més tard mostrava una condensació més fosca a la seva part central.

·Presència de diversos fistons a l'EZ, indicatiu d'una considerable activitat no tan sols en sentit longitudinal, sinó també de nord a sud i vice-versa.

·Tal i com ja és costum, monotonia quasi absoluta a les zones temperades i polars, amb la NTB força uniforme i la STB molt disgregada.

### **Bibliografia**

Galadí-Enríquez, David – Gutiérrez Cabello, Jordi (2001), *Astronomía General. Teórica y Práctica*, Barcelona, Ediciones Omega, S.A., 973 pp.

Price, Fred W. (1994), *The Planet Observer's Handbook*, Cambridge University Press, 410 pp.

Sánchez Lavega, Agustín (1985), "Instrucciones para la observación visual del planeta Júpiter", *Agrupación Astronómica de Sabadell. Circular nº 290*, 7 pp.

<sup>4</sup> Vegeu *Urània*, 7, p.10; 10, p.13, que respectivament reproduïxen planisferis de maig de 1994 i maig de 1995

# L'observació de les estrelles dobles

## Introducció

Una de les activitats on els astrònoms aficionats podem fer observacions interessants és la mesura d'estrelles dobles; d'altra banda, aquests astres constitueixen una impressionant visió a través del telescopi. Tot i això, aquesta és una activitat que no s'ha dut a terme amb assiduitat en el si de la nostra Agrupació; el motiu és, sense dubte, que tradicionalment ens hem dedicat a altres branques de l'astronomia, en particular la planetària i la de cel profund. Amb aquest article pretenem explicar què són les estrelles dobles, com es poden observar, què és el que hem fet fins ara i quins projectes podem començar.

## Què són les estrelles dobles?

La definició de les estrelles dobles és senzilla: no són ni més ni menys que dues estrelles que apareixen una al costat de l'altra quan es miren pel telescopi -tot i que n'hi ha visibles amb prismàtics i fins i tot a ull nu-. S'ha de dir que de vegades hi ha més de dues estrelles, amb la qual cosa parlem d'estrelles triples, quàdruples... o, en general d'estrelles múltiples.

## Tipus d'estrelles dobles

Existeixen dos tipus d'estrelles dobles:

- Les **dobles de perspectiva** estan constituïdes per dues estrelles molt allunyades entre si, però que per casualitat estan mes o menys en línia recta amb la Terra, tot i que una es troba molt més a la vora que l'altra (Figura 1). Aquestes s'anomenen també **dobles òptiques**, i es tracta de dos astres que no tenen cap mena de relació.

- Les **dobles reals**, també dites **sistemes binaris**, estan formades per dues estrelles que estan unides gravitatòriament. Són aquests els sistemes que tenen més interès des del punt de vista de l'astrofísica, donat que l'estudi de les òrbites que van traçant amb els anys permeten deduir el pes d'aquests astres.

Val a dir que no tots els sistemes binaris es poden veure per separat amb el telescopi: hi ha algunes estrelles dobles que només es poden identificar analitzant l'espectre de la llum que emeten, o bé estudiant la variació de la seva lluminositat amb el temps: quan una passa per davant de l'altra, disminueix la quantitat de llum que ens arriba.

## Observació visual: el color de les estrelles dobles

Les estrelles dobles constitueixen una de les poques classes d'objectes astronòmics que mostren colors quan s'observen mitjançant el telescopi. Tot i que el color de les estrelles depèn de la seva temperatura (les més fredes són vermelloses, les de temperatura intermitja groguenques i les més calentes blanc-blavoses), en el cas de les estrelles dobles és molt important el contrast entre els colors dels dos membres del sistema; així, és important l'efecte psicològic.

A la *taula 1* es mostra els colors d'algunes estrelles dobles representatives.

Nom	Color primària	Color secundària
$\eta$ Cas	Blanc	Violeta
$\lambda$ Ari	Blanc	Blanc
$\beta$ Cyg (Albireo)	Groguenca	Blavosa
$\alpha$ Her	Vermell	Verd
$\alpha$ CVn (Cor Caroli)	Blanc	Blau

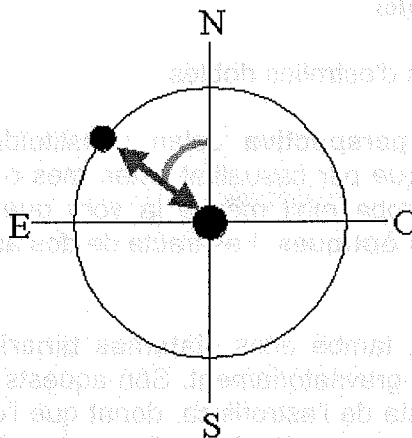
### Medició amb instruments: angle de posició i separació

Hi ha dues magnituds molt importants en les estrelles dobles: la separació i l'angle de posició.

•**Separació:** Tal i com indica el seu nom, correspon a la separació que hi ha entre les dues estrelles; com que es tracta d'una separació angular, es mesura en segons d'arc.

•**Angle de posició:** Correspon a l'angle que forma la línia que separa les dues estrelles i la línia que va des de la principal cap al nord.

A la figura 3 es mostren aquestes paràmetres. Cal tenir en compte que, per un sistema concret, quasi bé no varien; només en alguns sistemes binaris es pot apreciar una petita variació si es repeteixen les mesures amb un interval d'uns pocs anys.



La separació entre les dues estrelles és un dels factors més importants que determinen si es podran veure els dos components d'una estrella doble (és a dir, si l'estrella es pot desdoblar) quan s'observa amb un telescopi determinat. Així, si no es té en compte la turbulència atmosfèrica, i si els dos components de l'estrella doble tenen igual magnitud, la separació mínima que es pot arribar a detectar depèn del diàmetre de la lent o del mirall del telescopi, tal i com es mostra a la taula 2.

Diàmetre (mm)	Separació (")
50	2,4
100	1,2
150	0,8
200	0,6
250	0,48
300	0,4
350	0,34

De tota manera cal tenir present que la turbulència atmosfèrica fa difícil la detecció de sistemes amb una separació inferior a un segon d'arc. D'altra banda, si les magnituds dels dos membres són molt diferents, la més brillant tendeix a enlluernar a l'observador, per la qual cosa si la secundària està molt propera no es podrà arribar a observar. I, finalment, cal esmentar que els telescopis refractors tenen fama de ser més efectius a l'hora d'observar estrelles dobles que els reflectors.

### **Instrumental necessari**

En el cas que es vulguin prendre mesures de sistemes binaris, cal tenir un material determinat:

- Existeixen uns oculars que porten gravat una mena de reticle que permet mesurar l'angle de posició i la separació.

- Les càmeres CCD permeten mesurar fàcilment la posició de les estrelles; a partir d'aquí es pot calcular quines són la separació i l'angle de posició. Aquest és el mètode que es farà servir a l'Agrupació.

### **El projecte 33 dobles**

L'asturià Luis Argüelles ha posat en marxa un programa internacional dedicat a l'observació d'aquests astres. Es basa en intentar observar un total de 33 estrelles dobles -de diferent dificultat- a cada una de les constel·lacions. En aquests moments s'han elaborat propostes d'observació -incloent-hi per a la majoria dels casos mapes de localització- de les següents constel·lacions:

Canis Major	Canis Minor	Gemini	Cancer	Leo
Bootes	Hercules	Cygnus	Scorpius	Sagittarius
Lyra	Pegasus	Andromeda	Taurus	Orion

Aquest grup ha elaborat un programa informàtic (anomenat LADIC) que, en funció de la magnitud de cada una de les estrelles i la seva separació, atorga un índex de dificultat per a cada estrella doble.

### **Proposta d'observacions al GAT**

En una primera etapa, es proposa continuar observant aquests astres de manera visual, fent servir els mapes confeccionats pel grup de 33 dobles. Cal conèixer també quin és el límit que tenim amb el material de que disposem; per fer això cal anar observant estrelles dobles amb índex de dificultat (calculat amb el programa del grup de 33 dobles) cada cop més elevat, fins arribar al moment on no es puguin continuar desdoblant.

En una etapa posterior, es proposa fer servir la càmera CCD per calcular angles de posició i separacions. I, finalment, un cop es dominin les tècniques de mesura i els resultats siguin comparables amb els dels catàlegs, procedirem a realitzar mesures de manera sistemàtica.

# La morfologia de la Lluna

## L'evolució

La Lluna té aproximadament la mateixa edat que la Terra, entre 4.500 i 4.600 milions d'anys. Les teories sobre el seu origen són varies i en parlarem en un altre moment. Ara ens centrarem en la seva morfologia, és a dir, en la forma de la seva superfície.

Fa 4.600 milions d'anys doncs, en el període anomenat **Pre-ímbric** es va produir la formació de la Lluna, per tant de la seva primera superfície i creació dels accidents muntanyosos. A mesura que el material fos, producte del fenomen creatiu, es va anar refredant va començar a cristal·litzar i els cristalls de més baixa densitat van començar a aflorar a la superfície. A partir de llavors, des de fa 4.500 a 3.850 milions d'anys, es van formar les grans superfícies dels mars durant un període de bombardeig cataclísmic. Per exemple, el mar *Tranquillitatis* té uns 4.500 milions d'anys i l'*Orientalis* només uns 3.850.

El període **Ímbric** va des de fa 3.900 fins a 3.200 milions d'anys. Els cràters dels mars es van veure inundats per lava que va sorgir de l'interior de la Lluna en diverses etapes. Així es van formar les capes de material dels mars i aquests van quedar en un estat gairebé igual a l'actual. Un observador situat a la Terra hauria vist, a ull nu, una Lluna molt semblant a la que observarem si traïem el cap per la finestra aquesta nit.

El final del període d'inundació va ser bastant brusc i la formació de cràters es va reduir als efectes d'un petit vulcanisme i d'impactes esporàdics de meteorits. Era el període anomenat **Eratostenià** i va des de fa 3.200 milions d'anys fins només fa 1.000 milions d'anys. El "només" s'ha d'entendre en ordre de magnitud astronòmica. *Copernicus* té per exemple 1.000 milions d'anys, i dóna nom al següent període, el **Copernicà**.

L'etapa copernicana es desenvolupa des de fa 1.000 milions d'anys fins avui. La història recent de la Lluna és caracteritzada per una tranquil·litat gairebé total, encara que alguns cràters radiats poden tenir una edat inferior als 1.000 milions d'anys. Els cràters que són punts focals de sistemes de raigs brillants són els més joves (*Copernicus*, *Tycho*, *Kepler*, *Olbers*,...). Quan parlem de milions d'anys és evident que qui més qui menys perd la visió general del temps; per situar-nos, pensem que segurament, quan es va formar *Tycho*, tot i ser dels més joves amb només 300 milions d'anys, els dinosaures encara no havien aparegut sobre la terra.

Des de llavors la Lluna és freda i morta i ha restat gairebé inalterada; però és possible que no estigui del tot inactiva, ja que es poden observar fenòmens lunars transitoris (LTP), com enlluernaments o enfosquiments passatgers en els volts d'alguns mars i en alguns cràters, per exemple *Aristarcus*.

L'impacte important més recent, observat, és del juliol de 1972 i es va calcular que el meteorit tenia una massa aproximada de mil quilograms. És també interessant la dada que els mòduls enviats per l'home produïen vibracions en allunitzar, que podien ser percebudes durant més d'una hora, el temps que trigava l'escorça del satèl·lit en esmorteir l'impacte.

## La Terra

Donat que la Lluna té la mateixa edat que la Terra i coneguda l'evolució violenta del nostre satèl·lit és de suposar que la Terra va patir fenòmens similars. I així és. Però llavors, perquè la Terra no té un aspecte similar a la Lluna? On són els milers de cràters que s'haurien d'haver produït per meteorits sobre la Terra? La resposta es troba en diferents aspectes. Bé, bàsicament dos i ambdós tenen una característica comú: l'erosió. L'existència d'oceans (aigua) i atmosfera (aire i per tant vent) a la Terra han modificat l'aspecte que tenia fa 1.000 milions d'anys, o més, i han esborrat, tal com ho faria una goma sobre un dibuix de carbonet, la majoria de rastres meteòrics. Per contra, la Lluna no té, ni ha tingut mai, mars o rius d'aigua i la seva atmosfera, que sí que existeix, és tan tènue que els seus àtoms gairebé no col·lisionen entre ells i per tant difícilment poden produir cap erosió.

També cal notar que la mateixa existència de l'atmosfera terrestre feia que només impactessin sobre el sòl els meteoros que havien sobreviscut a la combustió de l'entrada a les capes altes; i els que impactaven, o impacten, eren "desgastats" en travessar la totalitat del gruix atmosfèric.

## Observant l'evolució

Un exercici interessant d'observació és intentar deduir l'evolució d'una àrea de la Lluna, un cràter, la vora d'un mar, una serralada, ... a partir de la imatge de l'ocular d'un telescopi, o perquè no, d'uns prismàtics. Els accidents principals es poden veure amb un cert detall a partir d'uns prismàtics de 10x50.

Ja hem comentat que es sobreposen dos fenòmens: els impactes i el vulcanisme. Veiem el rastre de cada un d'ells.

Els cràters formats per l'impacte d'un meteorit ofereixen el producte de la seva seqüència: un xoc elàstic amb un cert grau d'inclinació a una velocitat que pot superar els 1000 quilòmetres per segon; seguidament el meteorit es fragmenta en parts que produeixen segons impactes menors als voltants. Així doncs el resultat és un cràter principal amb una vora asimètrica, en funció de l'angle d'impacte, un pic central del cràter fruit del rebot del cos impactant, terrasses internes i fons escarpat. Es podrà trobar una capa extensa i irregular de restes expulsades i en moltes ocasions grups de cràters secundaris associats, sovint alineats.

Els cràters d'origen volcànic, o les "olles" inundades per la lava, tenen una vora en forma de V invertida, és a dir, donat que el cataclisme es produeix des de l'interior del satèl·lit el perímetre del cràter és més escarpat. Hi ha absència de pic central i poques terrasses. El fet més notori però de les zones emplenades de lava és l'interior llis i l'exterior progressivament suau i de vegades amb canals. Hi ha una absència d'accidents associats ja que el fenomen no està directament relacionat amb cap impacte.

No sempre però és fàcil discernir-ne l'origen, ja que de vegades les característiques apareixen barrejades. Llavors pot ser la intuïció i l'observació que ens poden permetre saber què ha passat. És el cas dels "cràters fantasma", on la lava ha tapat quasi del tot un cràter d'impacte i només es perceben petites serralades intermitents amb una clara forma circular, o zones amb impactes successius sobreposats, formant-se conjunts de formes de cràters molt variades. També hi ha zones amb colades de lava diferents tal com ens suggereix el canvi successiu de colors, per exemple en el mar *Serenitatis*.

# Stonehenge i l'arqueoastronomia (1):

## Sir Norman Lockyer

Parlar dels inicis de l'arqueoastronomia com a disciplina científica sense citar a Sir Norman Lockyer (1836-1920) és quasi bé impossible. Fundador de *Nature*, Lockyer va ser un investigador molt inquiet, que emprà tècniques encara a les beceroles –com l'anàlisi espectral-, que li van permetre, amb la participació de Jules Janssen, descobrir l'heli a la superfície del Sol i dur a terme una primerenca i important aportació al futur model de l'evolució estelar, que encara vigeix. Amb un currículum consolidat, encetà una nova etapa personal quan focalitzà les seves forces a la recerca dels coneixements astronòmics que posseïen els nostres avantpassats, amb uns resultats si més no força controvertits. A aquest article parlarem d'allò que Lockyer trobà a Stonehenge; abans, però, caldrà que breument expliquem què és i quina cronologia té aquest monument.

### 1. Stonehenge: què, quan i com

#### El context cronocultural: un breu incís

El neolític britànic es va iniciar durant el V mil·lenni cal. BC<sup>1</sup>. Des dels seus inicis, a la regió d'Avebury –on es troba Stonehenge-, hi hagué una gran activitat, tal i com permeten palesar els túmuls allargats, uns monuments funeraris que també trobem a d'altres indrets d'Europa. D'entre aquests, cal destacar-ne el de West Kennett. Amida uns 100 m de llargària i dins seu s'hi han trobat les despulles d'unes 46 persones.

Uns segles més tard es van començar a aixecar els denominats *henges*, monuments circulars la distribució territorial dels quals manté una estreta relació amb els monuments funeraris. Sens dubte, d'entre els *henges* excel·leix el d'Avebury, de 400 m de diàmetre i amb més d'un centenar de pedres, amb un pes en molts casos superior a les 40 tones.

#### El monument

Molt més modest és Stonehenge. Amb un diàmetre que no arriba als 100 m, es va començar a aixecar durant els darrers segles del IV mil·lenni cal. BC. El model que ens proposa l'arqueologia és el següent:

Stonehenge I pertany a finals del IV mil·lenni cal. BC. Durant aquesta etapa es van realitzar els 56 pous d'Aubrey (3020-1520 cal. BC), així com la rasa que els rodeja (3020-2910 cal. BC), que fou cavada amb picots de defensa de cérvol. També pertany a aquest període la Pedra del Taló o *Heel Stone*.

<sup>1</sup> Totes les datacions radiocarbòniques que apareixen a aquest apartat són calibrades, i es poden consultar a la següent adreça electrònica: <http://www.eng-h.gov.uk/stoneh/>



Stonehenge II experimentà pocs canvis, tot i que força significatius. L'eix de construcció va ser lleugerament modificat vers l'est, cap a la sortida del Sol durant el solstici d'estiu. També s'inicià l'Avinguda o *Cursus*, formada per dos fossats en paral·lel, amb una longitud inicial d'uns 500 m. La datació més antiga del *Cursus* és de 2590-2330 cal.BC. L'estratigrafia indica que el cercle dels forats petris Q pertany a aquesta etapa o, com a mínim, és anterior al cercle de les Sarsen. D'altra banda, hom suposa que els forats petris R pertanyen a aquest període. Ambdós cercles, incomplets, van ser buidats, reomplint-se més endavant. Per la seva part, les Quatre Estacions (dues pedres i dos forats) no han pogut ser datades amb total precisió, tot i que la seva disposició fa pensar que pertanyen a la fase II, ja que es troben aliniades amb la geometria d'aquesta etapa. Una de les dues pedres que conservem està molt treballada, mentre que l'altre quasi bé no fou desbastada.

Stonehenge IIIa. D'aquest moment són els forats petris que romanen a l'entrada de la rasa. Un d'ells (l'E) va ser datat en 2480-2200 cal. BC. Però la part més espectacular d'aquesta etapa –i de tot el monument– són les pedres Sarsen, composades pel cercle exterior (2850-2480 cal. BC) i els trilitis (2440-2100 cal. BC). Les Sarsen són pedres de gres, llaurades per les dues cares, una de les quals (la que mira vers l'interior del cercle) més polimentada. Comptant des del sòl, els trilitis amiden 7 m, mentre que el seu pes arriba a les 50 tn. La part superior dels brancals té una protuberància, que permet l'acoblament de les llindes, a les quals s'hi realitzaren dos forats a la seva part interior. Aquesta tècnica va ser emprada tant pels trilitis centrals com pel cercle exterior, les llindes de les quals posseeixen, a més, osques i protuberàncies laterals, que fan possible el seu acoblament. Les pedres Sarsen van ser arrossegades des de Malborough Downs, a més de 30 qm de distància. L'aixecament dels brancals del cercle exterior, el pes dels quals és d'unes 25 tn, es pot explicar mitjançant un projecte d'arqueologia experimental dut a terme l'any 1979, en què un equip de setanta persones i amb l'ajuda de tres palanques de fusta van alçar una pedra de 32 tn de pes. Pel que fa a les llindes, que pesen entre les 6 i les 7 tn, es considera que s'haurien aixecat amb plataformes de fileres de troncs i amb palanques.

Stonehenge IIIb. Durant aquest període, els constructors van col·locar les Pedres Blaves o *Bluestones*, d'un color blavós, molt diferent a la tonalitat de les Sarsen. La planta del monument permet apreciar dos grups de *Bluestones*, un cercle que es troba entre els trilitis i el cercle Sarsen (2280-2030 cal. BC) i, immediatament a l'interior dels trilitis, un conjunt que, vist des de dalt, recorda a una ferradura (2270-1930 cal. BC). Les *Bluestones* de la ferradura es van treballar amb molta cura, i posseeixen una altura variable, augmentant cap el sudoest. Pel que fa a les Pedres Blaves del cercle exterior, tan sols n'hi ha dues treballades. Una anàlisi duta a terme fa prop d'un segle va permetre saber que les *Bluestones* provenen de les muntanyes Prescelly (Gales), a més de 200 qm al nord-est d'Stonehenge. També durant aquesta etapa es van fer els forats Y i Z, exteriors al cercle de les Sarsen, tot i que les datacions radiocarbòniques no s'ajustin massa al model: 2030-1740 cal. BC (forat Z 29) i 1640-1520 cal. BC (forat Y 30). Finalment, al centre del monument es va col·locar l'anomenada Pedra de l'Altar, que més endavant cauria.

Stonehenge IV. Etapa final, durant la qual només es va allargar l'Avinguda fins el riu Avon, molt aprop d'Amesbury, a quasi bé 3 qm de distància del monument. La datació radiocarbònica més recent no coincideix massa amb aquesta darrera fase, ja que és de 2240-1880 cal. BC.

## 2. Sir Norman Lockyer i Stonehenge

Inicialment, Sir Norman Lockyer s'acostà a diversos monuments de l'Antic Egipte, i les seves investigacions li van permetre publicar, l'any 1894, *The Dawn of Astronomy*, que marcà l'inici simbòlic de l'arqueoastronomia. Anys més tard, Lockyer encetà la seva recerca a Stonehenge.

### L'orientació del eix principal al Solstici d'Estiu

Ja al segle XVII, William Stukeley s'havia adonat que Stonehenge estava orientat vers el solstici d'estiu, tot i que, d'una manera un pèl sorprenent, no s'ho va prendre massa seriosament. En realitat, altres investigadors anteriors a Lockyer també n'havien parlat, però fou ell qui s'acostà a aquesta qüestió d'una manera detallada. Mitjançant una sèrie de càlculs, Lockyer va arribar a la conclusió que a Stonehenge s'hi donava una clara orientació astronòmica, concretament cap el solstici d'estiu al moment de la seva construcció. L'orientació s'hauria efectuat prenent com eix del monument una línia que el travessaria de la següent manera:

- Primer, la línia passaria pel centre, que Lockyer va identificar amb l'anomenada Pedra de l'Altar, un gran ortostat de 4,87 per 0,54 metres, actualment caigut i partit en dues meitats.

- Des d'aquest punt, la línia prosseguiria entre les pedres 1 i 30, que són dos dels brancals de les denominades pedres Sarsen, que formen el cercle de pedres coronades amb llindes més exterior d'Stonehenge.

- Finalment, la línia d'orientació es trobaria amb la *Heel Stone*, prosseguint en paral·lel per la part interior del *Cursus*.

Per establir la data de construcció, Lockyer va tenir en compte la variació de l'obliquïtat de l'eclíptica, que és un moviment molt lent que fa el Sol sobre la volta celest. L'eix del nostre planeta, que actualment té una declinació de  $23^{\circ}27'$  en relació a la perpendicular del pla de l'òrbita, es mou de forma molt lenta, completant una oscil·lació d'entre  $22^{\circ}$  i  $24^{\circ}$  aproximadament cada 41.000 anys. En concret, aquest moviment fa que el Sol es mogui  $47.6''$  d'arc per segle. És una distància angular molt petita: per fer-nos una idea, la Lluna i el Sol posseeixen un diàmetre angular aparent d'uns  $30'$  d'arc. Ara bé, aquest moviment, quasi bé imperceptible d'un any a l'altre, s'acumula de manera significativa en el decurs dels mil·lennis. I Lockyer va comprovar que la variació de l'obliquïtat de l'eclíptica havia provocat un desplaçament de l'eix de construcció proper als  $32'$  d'arc o, dit amb d'altres paraules, va obtenir una data d'aixecament del monument propera al  $1680 \pm 200$  aC, que més endavant va endarrerir fins l'any  $1840 \pm 200$  aC.

En realitat, ens trobem al davant d'un plantejament ple d'enginy però força problemàtic. D'una banda, no és gens segura la proposta d'un eix d'orientació d'aquestes característiques, ja que existeixen dues diacronies que com a mínim cal tenir en compte: la de la *Heel Stone*, erigida amb anterioritat al cercle de les pedres Sarsen, i la del *Cursus*, que pertany a diverses etapes constructives, la primera de les quals anterior a les Sarsen i posterior a la *Heel Stone*. A més, la *bluestone 67* actualment jau a terra, tot i que quan romania en peu s'interposava, a menys que s'hagués desviat de manera deliberada, entre el centre del monument i els brancals 1 i 30 del cercle de les Sarsen, fet pel qual la visió del Sol s'hauria vist molt afectada.

## Les Quatre Estacions

Lockyer també va realitzar altres apreciacions, relacionades amb les Quatre Estacions, dues pedres (núms. 91 i 93) i dos monticles (núms. 92 i 94), que es troben a l'altura dels pous d'Aubrey. Lockyer va apreciar dues orientacions significatives:

- Els costats curts del rectangle que dibuixen les Quatre Estacions miren, en sentit nord-est (de 93 a 94 i de 92 a 91) vers la sortida del Sol durant el solstici d'estiu, és a dir, en paral·lel a l'orientació de la que ja hem parlat. A més a més, assenyalen cap el sudoest (de 91 a 92 i de 94 a 93) la posta solar durant el solstici d'hivern.

- L'alineament de les dues pedres (és a dir, la diagonal del rectangle que el travessa d'est a oest) indica la posta de la Lluna a l'hivern a una declinació de  $19^\circ$  (en sentit est, o de 91 a 93) i, en direcció oest o de 93 a 91, la sortida estiuenca a una declinació de  $-19^\circ$  o, dit amb d'altres termes, respectivament indiquen les màximes i mínimes declinacions mitjanes del període de retrogradació dels nòduls lunars.

El pla de l'òrbita lunar presenta una inclinació de  $5^\circ 9'$  respecte al pla de la nostra òrbita. A causa d'aquesta inclinació, la Lluna apareix alternativament al nord i al sud del pla de la nostra òrbita, essent la diferència total acumulada de poc més de  $10^\circ$  ( $5^\circ 9'$  al nord,  $5^\circ 9'$  al sud). La intersecció entre els dos plans no conserva una direcció fixe respecte al fons estel·lar, ja que fa una rotació el període de la qual és de 18,61 anys, que anomenem període de retrogradació dels nòduls lunars, que són els punts de tall entre els plans orbitals de la Lluna i la Terra.

Des del nostre planeta, veiem que la Lluna surt i es posa en un moviment cíclic de 18,61 anys, la característica del qual és que les sortides i les postes mai no es produeixen més al nord o al sud d'unes declinacions, màximes i mínimes, determinades. I allò que Lockyer va apreciar quan comprovà l'alineament de les dues pedres foren dues de les declinacions mitjanes d'aquest cicle, dada que reflecteix una gran complexitat observacional, a més de ser molt poc pràctica. Donar per vàlida aquesta orientació sense considerar-ne d'altres molt més evidents, és com suposar que els constructors d'Stonehenge iniciaven la construcció de les seves cases per la teulada. A més, cal advertir que el rectangle que dibuixen les Quatre Estacions és tan sols aproximat.

### Una aportació controvertida

D'una manera genèrica, l'aportació arqueoastrònica de Lockyer va ser controvertida. Les orientacions que havia realitzat sobre monuments egipcis no eren correctes; per exemple, la del temple d'Amon-Re és errònia, ja que Lockyer havia treballat sobre plànols, la qual cosa no li permeté apreciar la topografia local, cosa fonamental si es pretén dur a terme un eficaç treball arqueoastròmic. I en relació a Stonehenge, ja s'han apuntat alguns dels problemes que presenta la seva proposta d'orientació.

En definitiva, les errades de Lockyer, combinades en certa mesura amb la incomprensió d'alguns sectors de l'ortodòxia, van pesar molt més que la seva innovadora proposta metodològica, cosa que en part va desacreditar la naixent arqueoastronomia. El seu ressorgiment va ser molt brusc, causant una polèmica que sens dubte hauria sorprès fins i tot Lockyer. Al cap i a la fi, el pare de l'arqueoastronomia entenia que Stonehenge va ser un simple calendari agrari, molt allunyat del complex observatori astronòmic que Hawkins i Hoyle van creure retrobar i a qual ens referirem al proper exemplar d'*Urània*.

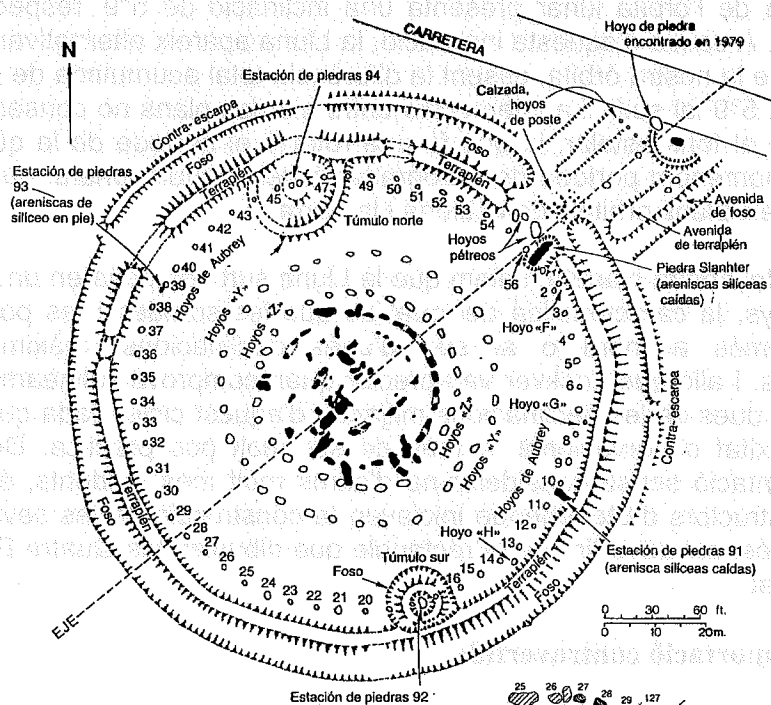
## Bibliografia

Burenhult, Göran (ed.) (1993), *The Illustrated Encyclopedia of Humankind: Stone to Broce*, Weldon Owen Pty Limited (traducció de Fabián Chueca (1994), *Atlas culturales de la humanidad. De la Piedra al Bronce*, Madrid, Editorial Debate, S.A., 128 pp.)

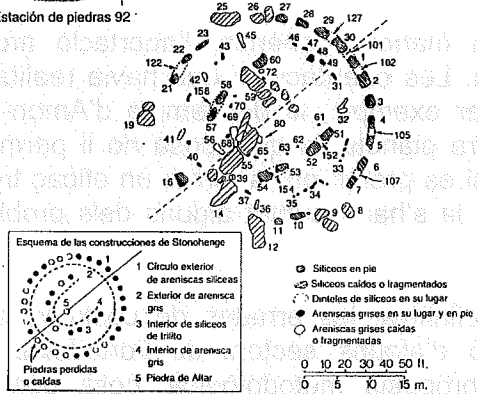
Chippindale, Christopher (1983), *Stonehenge Complete*, London, Thames and Hudson (traducció de Jesús Pardo (1989), *Stonehenge. En el umbral de la historia*, Barcelona, Ediciones Destino, S.A., 361 pp.)

DD.AA. (1992), *Astronomía. El Cielo en la Historia*, Barcelona, Ed. Orbis, 318 pp.

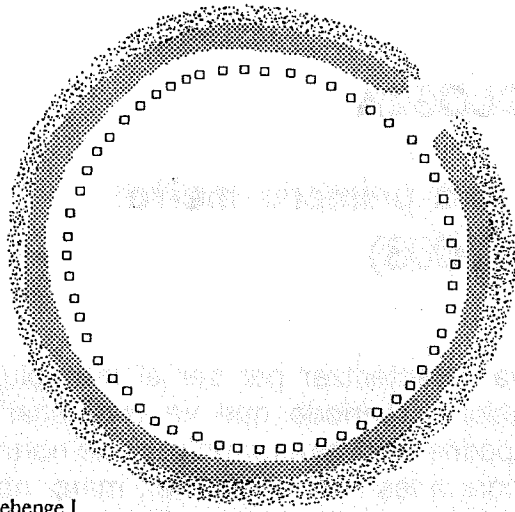
Renfrew, Colin – Bahn, Paul (1991), *Archeology. Theories, Methods and Practice*, London, Thames and Hudson (traducció de Maria Jesús Mosquera Rial (1993), *Arqueología. Teoría, Métodos y Práctica*, Madrid, Ediciones Akal, S.A., 571 pp.)



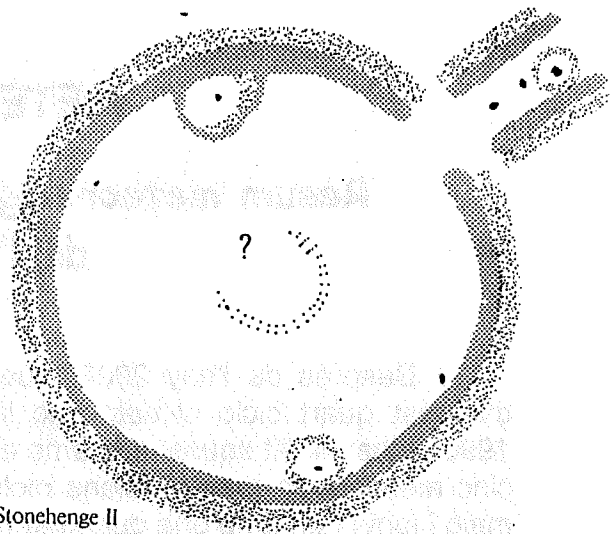
- STONEHENGE I**  
Pous d'Aubrey: 3020-1520 cal BC  
Rasa exterior: 3020-2910 cal BC
- STONEHENGE II**  
Avinguda: 2590-2330 cal BC
- STONEHENGE III**  
**IIIa:**  
Pou petri "E": 2480-2200 cal BC  
Cercle Sarsen: 2850-2480 cal BC  
Trilitis Sarsen: 2440-2100 cal BC  
**IIIb:**  
Pedres Blaves ext.: 2280-2030 cal BC  
Pedres Blaves int.: 2270-1930 cal BC
- Pous "Z":** 2030-1740 cal BC  
**Pous "Y":** 1640-1520 cal BC
- Avinguda:** 2240-1880 cal BC



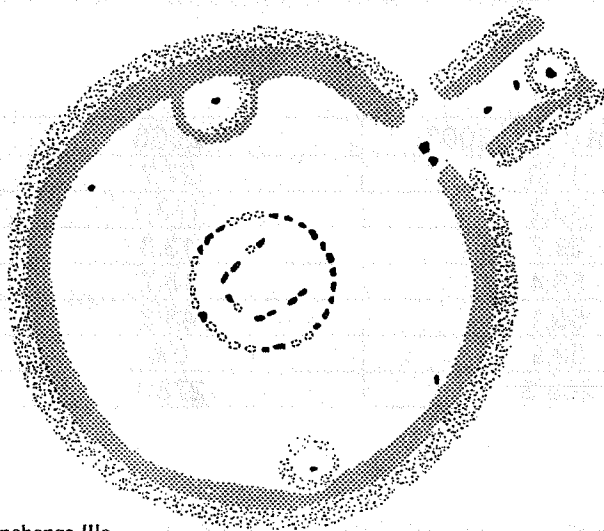
Planta general d'Stonehenge, que inclou el detall (a la dreta, sota la planta general), l'esquema de distribució de les Sarsen i de les *Bluestones* (centre, part inferior) i el llistat de datacions radiocarbòniques calibrades (inferior esquerre) (Chippindale, 1983)



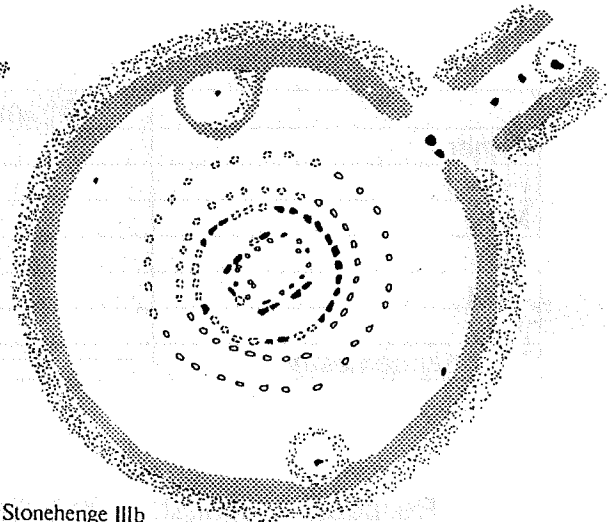
Stonehenge I



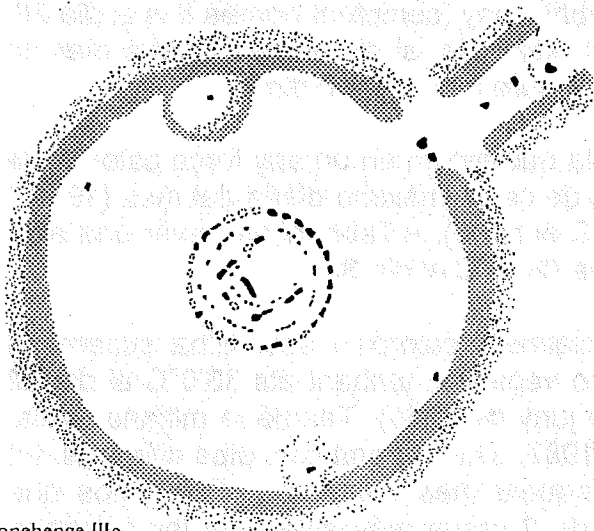
Stonehenge II



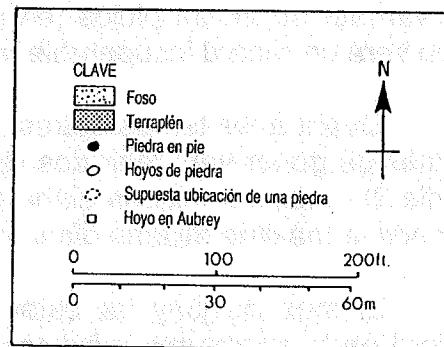
Stonehenge IIIa



Stonehenge IIIb



Stonehenge IIIc



Fases de construcció d'Stonehenge. Cal tenir en compte que, segons les datacions radiocarbòniques calibrades, el cercle de les *Bluestones* que es troben entre els trillits i el cercle Sarsen (fase IIIc) és anterior als forats Y i Z (fase IIIb), fet pel qual a les plantes haurien d'aparèixer invertits. A més, la data d'erecció de les Quatre Estacions i dels forats Q i R (fase II) és insegura. (Chippindale, 1983)

# METEOROLOGIA

## Resum meteorològic de la primera meitat de l'any (2003)

Després de l'any 2002, que es va caracteritzar per ser el més plujós d'aquest quart cicle climatològic internacional (període que va començar el 1990), s'ha iniciat aquest any amb el que podriem considerar un període normal: cinc mesos amb precipitacions molt inferiors a les normals (gener, març, abril, maig i juny) i un amb una quantitat molt superior a la de la seva mitjana (febrer).

	Mitjana 1990-2003	2003
Gener	47.0	27.7
Febrer	33.2	173.1
Març	39.7	13.3
Abril	56.4	15.7
Maig	56.1	43.3
Juny	52.9	0.0
Total 1er semestre	285.3	273.1

Respecte a aquestes precipitacions, cal remarcar que el mes de febrer va ser rècord de pluja del mes, i els d'abril i juny (comptant només fins el dia 26) ho van ser de mínim plujós (en aquest últim cas, si els darrers quatre dies no plou serà un rècord insuperable: no pot ploure menys de 0 mm).

Quant a les temperatures, sembla que estem en un any força calorós. Ja al mes de gener vam tenir dos rècords de calor, màxima diària del mes (19'3°C el dia 2) i màxima mitjana diària (16'7°C el dia 3). A l'abril hi va haver una altra vegada la màxima mitjana diària del mes (20'1°C el dia 30).

El mes de juny ha estat especialment calorós i sec. S'ha superat el rècord de temperatures màximes quatre vegades, arribant als 33'8°C el dia 22 (la màxima era de 32'8°C des del 2 de juny de 1994). També la mitjana diària, que era de 27°C del dia 27 de juny de 1987, s'ha superat cinc dies diferents, tot arribant al màxim de 29'3°C el 15 d'aquest mes d'enguany. Fixem-nos que aquestes temperatures són de l'ordre de 2 graus més altes que les màximes que hi havia hagut fins ara.

Per altra banda, i tenint en compte que en el moment de redactar aquest article encara falten quatre dies per acabar el mes, la mitjana total del mes està per sobre dels 25°C, mentre que la mitjana més alta total del mes fins ara era de 23'1°C, obtinguda el 2001.