

# QUE HI HA ALLI DALT ...

(c) Jordi Iparraguirre 1991

1. *Donar nom és conèixer: Presentació dels actors.*
2. *Distàncies: On prenem les mides de l'escenari.*
3. *Magnitud: Quan l'actor secundari s'endú l'Óscar.*
4. *... i com ho veiem aquí baix.*

## 1. DONAR NOM ÉS CONÈIXER

Donar nom és conèixer, és distingir una cosa d'entre totes les demés. El primer cop que donem un cop d'ull al cel estel·lat només veiem punts de llum. Però si tenim la paciència de dedicar-hi una bona estona veurem molt més que punts de llum. Veurem que gairebé tots els punts fan pampallugues i que n'hi ha uns quants, que es poden contar amb els dits d'una mà, que llueixen sense vacil·lacions. Distingirem punts de diferents colors i lluminositats. Alguns semblaran agrupar-se en formes que ens seran més fàcils de reconèixer. Segons on mirem, és possible que ens sembli distingir alguna taca clara i difusa. I si la nit és prou fosca veurem com una espinada clara i plena d'estels que volta el cel com si en fos la biga que aguanta la volta de la nit. Molt probablement veurem la Lluna, i si la son no ens venç, veurem sortir el Sol.

Els **estels** són, evidentment, els protagonistes més nombrosos. Si la nit és suficientment fosca en podríem arribar a comptar, a ull nu, uns 6500. Estan molt lluny, més del que mai haguessis pensat. N'hi ha de blancs, de blaus, de vermells i fins i tot de grocs. Si seguim el cel regularment és molt probable que ens adonem que hi ha alguns estels que varien de lluminositat en períodes que poden anar des de hores a anys. Els anomenem estels variables.

El **Sol** és un estel més però que està tant proper a nosaltres que notem la seva escalfor, i la seva llum anul·la a la dels altres estels. Si el comparem amb tots els altres estels, el nostre Sol no destacarà entre la massa. Es d'una mida mitja, no és ni molt calent ni molt fred, no presenta cap tipus de comportament inusual i segueix el seu camí evolutiu acompanyat per molts altres estels del seu mateix tipus. Es un entre la infinitud, però és el nostre.

Una **constel·lació** està formada per un conjunt d'estels més o menys brillants que nosaltres relacionem amb figures geomètriques que ens faciliten la seva posterior identificació. Així parlem de la Creu del Sud, el quadrat de Pegàs o l'Ossa major. S'inclouen a la constel·lació tots els estels menys brillants propers visualment. Aquest tipus de proximitat no implica que la distància entre els estels sigui més o menys petita, sinó que nosaltres els veiem propers quan els projectem sobre la volta celest. Aquestes associacions imaginàries van ser fixades en 88 constel·lacions per la I.A.U. (International Astronomical Union) l'any 1930 seguint la tradició occidental, doncs els noms dels estels i les formes de les constel·lacions són diferents per a cada civilització. Un curiós exemple en són els antics egipcis, que tenien una constel·lació on hi "veien" un hipopòtam amb un cocodril a l'esquena.

Els **planetes** (del grec, errant) són "els estels que no fan pampallugues". A ull nu podem veure Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn; en nits excepcionalment fosques i coneixent molt bé el cel podem arribar a trobar Urà, que es veurà com un estel molt dèbil. Els planetes es mouen respecte els estels però sempre propers a una estreta línia, anomenada eclíptica, que és el camí aparent que segueix el Sol en el cel. Tots semblen seguir el mateix camí però uns més

depressa que altres. Variaran de lluminositat però mai de color; Mart és de color roig, Júpiter blanc, Saturn groc. Els altres planetes exteriors són massa dèbils per a poder distingir res més que un punt de llum, fins i tot amb telescopis d'afecionat. Els planetes interns, Mercuri i Venus, estaran sempre propers al Sol i només són visibles al cap vespre o a la matinada. Els planetes, com la Terra, donen voltes al voltant del Sol de la mateixa manera que la Lluna ho fa al voltant de la Terra. Hi ha més planetes dels que podem veure a ull nu. Urà, Neptú i Plutó van ser descoberts després de la invenció del telescopi en el 1781, 1846 i 1930 respectivament. Els planetes, encara que normalment els veiem més brillants que molts estels, no emeten llum, i és limiten a reflexar la del Sol.

Ocasionalment podem rebre la visita d'un **cometa**. Els cometes pertanyen al nostre Sistema Solar i són, segons els va definir un dels millors especialistes en cometes, Fred Whipple, "boles de roca i neu bruta". El seu diàmetre és de l'ordre d'uns pocs quilòmetres, però en acostar-se al Sol desprenen una cua gasosa molt poc densa i més o menys brillant, que s'orienta en sentit oposat al nostre estel i que pot tenir milions de quilòmetres. Els cometes que segueixen òrbites tancades (el·lipses) són periòdics, mentre que els que segueixen paràboles o hipèrboles no tornen mai més.

Els cometes van perdent trossos molt petits de material cada cop que s'acosten al Sol. Si l'òrbita de la Terra talla a la del cometa en algun moment, aquests trossos poden entrar a l'atmosfera i per fregament desintegrar-se en un esclat de llum. Són els **meteors**. Hi ha pluges de meteors que estan associades a cometes periòdics, i que es repeteixen any rera any. Un bon exemple en poden ser les Perseïdes, més popularment conegudes com les "llàgrimes de St. Llorenç", que tenen el seu màxim al voltant del 12 d'agost. Encara que l'esclat dels meteors sigui molt brillant, la seva mida no acostuma a depassar la dels grans de sorra. Els meteors que arriben a terra s'anomenen meteorits.

Els **asteroides** són "pedres" la més gran de les quals fa poc més de 1000 km. de diàmetre. Els asteroides, com els planetes i els cometes, orbiten al voltant del Sol, i són, per tant, membres del nostre Sistema Solar. Es situen majoritàriament en una zona (anomenada Cinturó d'asteroides) entre les òrbites de Mart i Júpiter. Encara que n'hi ha catalogats més de 4000, no s'agrupen formant les temudes "tempestes d'asteroides" usuals en algunes pel·lícules de ciència ficció. Es més, la probabilitat de trobar-ne cap a l'atzar és tant baixa que diferents equips d'investigadors d'arreu del món treballen en el càlcul d'òrbites per tal de trobar-ne que permetin a una sonda visitar-ne un parell o tres.

La **Via Làctia** és aquesta difusa banda blanquinosa que en nits molt fosques travessa el cel d'un extrem a l'altre. Si la mirem amb uns prismàtics o un telescopi en podrem distingir alguns dels estels que la componen però la claror de fons és produïda pels milions d'estels de la nostre galàxia que són massa lluny i no els podem distingir un a un.

I de les esquivades taques difuses què en podem dir? A ull nu en distingirem molt poques, però amb prismàtics o telescopi entrem en el camp anomenat cel profund. Algunes són immensos núvols de gas i pols que envolten als estels més joves de la nostre galàxia (Nebulosa Trífida, Nebulosa d'Orió, etc.). Un altre tipus de nebuloses és el de **les nebuloses planetàries**. S'anomenen així per la seva forma d'anell que recorda vagament una circumferència planetària. S'originen quan l'estel que hi ha en el seu centre explota parcialment i expulsa les seves capes més externes. La Nebulosa anular de la Lyra (M57) n'és el millor representant. Altres d'aquestes taques són agrupacions d'estels que estan gravitatoriament lligats uns amb els altres i formen els cúmuls. Els **cúmuls oberts** estan formats per menys d'un miler d'estels, no presenten estructures compactes i els trobem dins la Via Làctia. En són un bon exemple les Plèiades (M45) o el Cúmul del penja-robes. Els **cúmuls tancats** estan formats per milions d'estels, es presenten en forma globular i es troben situats al voltant de la nostre galàxia; el cúmul d'Hèrcules (M13) n'és l'exemple típic. Les **galàxies** són grans agrupacions de milers de milions d'estels. La Via Làctia, que no és res de l'altre món, té un radi d'uns 100.000 anys llum. En elles hi trobem totes les estructures que hem comentat abans. Són, com els anomenava el filòsof Emmanuel Kant, els Univers illa. Si la mida de les galàxies ja és força impressionant, les distàncies entre elles ho és encara més. La galàxia d'Andròmeda (M31), visible a ull nu des de l'hemisferi nord i una de les més properes, està a uns 2.2 milions d'anys llum de nosaltres. Passat a unes unitats a les que estem més acostumats equival a  $2.08 \cdot 10^{19}$  Km., és a dir, un 2 seguit de 19 zeros !!

Ara que ja coneixem a la majoria dels protagonistes anem a veure quins noms reben. Els noms dels planetes visibles a ull són tant antics com la nostre civilització. Els dels planetes descoberts més recentment es van assignar seguint la tradició mitològica romana. Els noms de les constel·lacions de l'hemisferi nord segueixen també tradicions de més de 6000 anys. Alguns noms ja els donaven els babilonis i els caldeus. En el segle II de la nostre era Ptolomeu va fer l'Almagesto, recull de 1022 estels i 48 constel·lacions visibles des d'Alexandria. Aquest treball fixà una bona part de la mitologia grega al nom de les constel·lacions. Amb l'inici de l'expansió europea per tots els oceans i latituds, es descobrien nous estels mai vistos pels occidentals. Moltes d'aquestes "noves" constel·lacions reberen noms tant sorprenents com Màquina pneumàtica, Sextant o Unicorn.

Els estels més brillants han tingut nom propi des dels primers temps. Els egipcis esperaven la sortida de Sírius per a predir la crescuda del Nil. La civilització àrab va conservar la tradició astronòmica de l'antigor i la va introduir, millorada, a la morta Europa de l'edat mitja. Es per això que molts dels noms dels estels visibles a ull tenen noms àrabs; Algol, Ras Algethi, Albireo, Deneb, Mizar, Vega i Hamal en són un petit exemple. Els estels també es poden distingir seguint el sistema que Bayer va emprar en el seu Atlas de 1603; Cada estel rep el nom del genitiu llatí de la constel·lació en la que es troba i se li afegeix com a prefix una lletra grega: alfa a l'estel més lluent, beta al segon, etc. (alfa Centauri, beta Lyrae). Però com les lletres s'acaben aviat, Flamsteed va donar números als estels, i podem trobar noms com 61 Cygni (un dels estels més propers a nosaltres), 30 Orionis, etc. A l'entrar en joc els **estels variables** la cosa encara es va complicar més, i es va acordar identificar aquests estels amb dues lletres de l'alfabet llatí; exemples en són II Pegasi, RR Lyrae i RS Canum Venaticorum. I més val que ho deixem aquí doncs encara ens podríem embolicar més si comencem a parlar dels estels poc brillants i dels noms de catàlegs. Només dir que molts objectes de cel profund visibles per qualsevol aficionat s'identifiquen amb la lletra M seguida d'un número. Aquest és l'anomenat catàleg Messier, que rep el nom de l'astrònom francès Charles Messier que va compilar, l'any 1784, una llista de moltes d'aquestes "taques difuses" per tal de no confondre's en la seva recerca cometària. Posteriorment es van realitzar dos catàlegs molt més extensos per aquest tipus d'objectes. Són el NGC (New General Catalogue) presentat el 1888 per J.L.E. Dreyer i el IC (Index Catalogue) de 1895 i 1908. Hi ha molts més catàlegs, però aquests són dels més coneguts.

## 2. DISTÀNCIES

En Astronomia les distàncies s'escapen del nostre enteniment, i l'home deixa de ser la mesura de totes les coses. Es defineixen unes noves unitats de distància que són:

*La unitat astronòmica (UA):*  $1 \text{ ua} = 149.600.000.000 \text{ Km}$  = la distància mitja que hi ha entre la Terra i el Sol.

*L'any llum (AL):*  $1 \text{ al} = 63240 \text{ ua} = 9.460.000.000.000 \text{ Km}$ . = distància que recorre un raig de llum en un any. Entre el Sol i la Terra hi ha uns 8 minuts llum. Entre la Terra i la Lluna hi ha 1 segon llum. Entre el Sol i Plutó hi ha unes 5 hores i mitja llum.

*El pàrsec:*  $1 \text{ pàrsec} = 3.26 \text{ al}$ . = distància des de la que l'òrbita de la Terra sembla tenir una paral·latge d'un segon d'arc. Un segon d'arc és la 3600éssima part d'un grau, i per tant la 1296000-éssima part d'una circumferència.

De tota manera aquestes unitats són tan poc familiars que no ens podem fer a la idea del que representen. Fem un canvi d'escala. *Escala:*  $1 \text{ ua} = 100m = 149.6 \text{ milions de km}$ .

Planeta	U.A.	Distància (m)	Radi (cm)
Mercuri	0.387	38.7	0.16
Venus	0.723	72.3	0.42
Terra	1.000	100.0	0.42
Mart	1.524	152.4	0.23
Júpiter	5.203	520.3	4.79
Saturn	9.539	953.9	4.03
Urà	19.180	1918.0	1.75
Neptú	30.060	3006.0	1.68
Plutó	39.440	3944.0	0.10

(\*) Plutó té una òrbita tan excèntrica que en ocasions talla a la de Neptú.

El Sol seria una esfera de 45.78 cm de radi. La Lluna estaria a 20cm de la Terra i tindria un radi de 0.11 cm. Seguint la mateixa escala l'estel més proper al S. Solar, Pròxima Centauri, estaria a 30000Km. Val la pena recordar que els astronautes de les missions Apol.lo que van arribar a la Lluna (tot seguint una òrbita de transferència de Hoffmann) van trigar 3 dies en fer el camí d'anada.

Si el Sistema Solar fos de la mida d'un gra d'arròs, Pròxima Centauri seria un altre gra a 20 cm. de distància. Sírius, l'estel més brillant que podem veure, estaria a 50 metres i l'estel polar (Polaris) a 2 km. La nostre galàxia (Via Làctia) seria una "lletia" de 250 km, de diàmetre. La galàxia més important propera a la nostre, Andròmeda (M31) seria una altre "lletia" de 500 km. de diàmetre separada per la distància que hi ha entre Barcelona i Nova York.

Tornant a canviar d'escala, si la Via Làctia fos de la mida d'un gra d'arròs, Andròmeda estaria a 20 cm. i el Quasar OH471, un dels més llunyans que es coneixen estaria a més de 1000 metres.

### 3. MAGNITUDS

Des del primer moment que alcem els ulls a la nit, ens adonem que hi ha estels més lluents que d'altres. Aquesta lluentor és mesurable, i en Astronomia s'anomena magnitud.

El primer en classificar els estels segons aquesta característica va ser l'astrònom i matemàtic grec Hipparc de Nicea (190-125 A.C.) Va definir els estels més brillants com de primera magnitud, els que no eren tant lluents com de segona magnitud, i així fins a arribar a la sisena magnitud, en la que hi figuraven els estels més pàl·lids que es podien percebre a ull nu. D'aquesta manera un estel és tant més lluent quan més petita és la seva magnitud. A mitjans del segle XIX aquesta escala va ser reestructurada. Es varen introduir la magnitud zero i les negatives per a poder classificar astres més lluents. També es va trobar una relació entre la diferència de magnitud i la de lluentor. Així, si l'estel A és una magnitud més lluent que el B (magnitud de A és menor que la de B), l'estel A és 2,512 cops més lluent que el B. Això ens diu que entre dos astres separats 5 magnituds hi ha un factor de lluentor de 100 (un és 100 cops més lluent que l'altre). 2,512 elevat a la cinquena potència és, aproximadament, 100.

Amb aquesta escala podem fer-nos fàcilment una idea de com n'és de lluent un estel. L'estel més brillant del cel és Sírius i té una magnitud de -1,4; Arcturus, el quart estel més lluent té una magnitud de 0,0. El nostre Sol té una magnitud de -26,8 és a dir, és  $(26.8 - 1.4)^{2.521} = 63.8$  vegades més lluent que l'estel més brillant del la nit. Així la magnitud ens serveix per a poder dir la diferència de lluentor amb la que veiem els astres.

Es ben clar que aquesta mesura queda distorsionada perquè el Sol és a 8 minuts llum de la Terra i Sírius a 8.6 anys llum. Per tant per a comparar la lluentor real dels estels ens cal situar-los tots a la mateixa distància. Així podem definir la **Magnitud absoluta**. Es una mesura de la brillantor intrínseca de l'astre en qüestió. Es defineix com la magnitud que tindria l'astre vist des d'una distància de 32,6 anys llum, o el que és igual, 10 Pàsec. Amb aquesta nova escala de mesura veiem que el nostre Sol té una magnitud absoluta de 4.7 i que la de Sírius és 1.4

Actualment amb els telescopis més potents situats a la Terra es pot arribar fins a la magnitud (visual) 24. Amb el telescopi espacial Hubble es podrien observar estels de magnitud 28, és a dir, 10 cops més dèbils.

## 4. ... I COM HO VEIEM AQUÍ BAIX

Veiem tot seguit com els moviments de la Terra i la nostre posició afecten la nostre visió del cel.

El primer moviment del que podem ser conscients és el de **rotació**. El nostre planeta gira sobre el seu propi eix un cop cada 24h. Aquest moviment és el que ens marca el dia i la nit. Disminueix a un ritme imperceptible i, com veurem més endavant, no és el responsable de que les nits siguin més llargues a l'hivern. Degut a la rotació, veiem sortir els astres per l'est i posar-se per l'oest.

Fent un breu parèntesi recordem que orientar-se vol dir buscar l'orient, és a dir, l'est; i que l'arrel llatina del mot occident vol dir morir, caure a terra, declinar. Fent una traducció un pel lliure podríem traduir occident per el lloc on els astres moren, i jugant encara més amb les paraules podríem identificar occident amb l'assassí.

Els astres (Sol, Lluna, estels, planetes, etc.) apareixen per l'est i es van separant de l'horitzó tot movent-se vers el sud. Es en el **meridià**, línia imaginària que uneix el nord i el sud, que aquests aconseguen la seva màxima alçada respecte l'horitzó. En el cas del Sol, aquest moment s'anomena migdia. A partir d'aquí el seu moviment els porta cap l'oest tot acostant-los a l'horitzó.

De fet però, si observem els estels ens adonarem que això no es pas sempre cert. Des de l'hemisferi nord en veurem un que no es mou en tota la nit, i que els seus "veïns" es mouen al seu voltant. Aquest estel és l'**estel polar** (Polaris) i actualment, i per molts anys encara, coincideix amb l'eix de rotació de la Terra. L'estel polar ens indica el nord, i la seva alçada respecte l'horitzó ens diu quants graus estem separats de l'equador terrestre, és a dir, la nostre **latitud**. D'aquesta manera, un observador escandinau podrà veure l'estel polar molt més sobre el seu cap (**zenit**) que nosaltres. Els estels **circumpolars** són visibles durant tot l'any.

També en veurem d'altres que tot just arriben a treure el cap sobre l'horitzó sud. Aquests estels serien més visibles si viatgéssim vers latituds més baixes (properes a l'equador), amb el perill d'arribar a perdre l'estel polar sota l'horitzó nord.

Així doncs semblaria que tots els demés estels també poden ser visibles durant tot l'any. Veiem perquè això no és cert.

La Terra, com un més dels planetes, es mou tot seguint una òrbita el·líptica al voltant del Sol, el qual està en un dels seus focus (moviment de **translació**). El pla de l'òrbita s'anomena **eclíptica**, i si l'estenem vers l'infinit cap l'esfera celest, talla les constel·lacions anomenades **zodiacals**, que són sobre les que veuríem projectat el Sol durant l'any si aquest no ens enlluernes. Al no ser l'òrbita una circumferència, hi haurà un moment en que la distància al Sol serà màxima (**afeli**) i un altre en que serà mínima (**periheli**). L'afeli coincideix amb l'estiu a

l'hemisferi nord (hivern en el sud) de la Terra i el periheli amb l'estiu a l'hemisferi sud (hivern en el nord). L'afeli i el periheli no són, però, els responsables de les estacions de l'any.

L'eix de rotació de la Terra no és perpendicular al pla de translació (eclíptica), estant inclinat uns 23°. Aquest fet, normal en tots els planetes del sistema solar, dóna lloc a unes estacions climàtiques ben diferenciades, al sol de mitjanit i les nits blanques, al les nits polars de varis mesos i a que l'estel polar ens marqui el nord. Si ens imaginem en el pol nord i suposem que el nostre planeta no està inclinat 23° podem comprendre que veuríem, sempre, el Sol just a l'horitzó; no tindríem ni dies ni nits, però sempre crepuscle. La inclinació de 23° de l'eix de rotació comporta que, el Sol pugui assolir en el pol una alçada màxima de 23° quan la inclinació "aboca" l'hemisferi nord vers el nostre estel i que durant una temporada desapareguin les nits. Simètricament també es dóna el cas contrari. I a més a més, quan en un dels Pols passa una cosa, en l'altre pol passa la seva simètrica.

Però apart dels Pols, tot això també afecta a la resta del planeta establint diferents pautes d'insolació de la superfície, diferents alçades màximes del Sol, diferents durades del dia durant l'any, i que el Sol només surti i es posi exactament per l'est i l'oest els dies de l'equinocci.

El moviment de translació i la inclinació de la Terra són els que ens provoquen la variació del "decorat" d'estels que ens omplen la nit durant l'any. Donat que la Terra dóna voltes al voltant del Sol, que només és de nit quan tenim el Sol a l'altre costat del planeta i que els estels ens envolten per tot arreu, comprenem clarament perquè veiem uns estels determinats a cada època de l'any. Quants cops em recordat que s'acaben les vacances en veure sortir Orió les matinades d'agost !

L'eix de rotació de la Terra té també un moviment propi que el fa donar una volta a l'eix perpendicular al pla de l'eclíptica en uns 26.000 anys. Aquest moviment, anomenat de **precessió**, encara que molt lent és suficient per fer que l'estel polar que ara ens marca el nord, no ho fes fa 3000 anys. En l'època de les piràmides egípcies l'estel que més proper es trobava a l'eix de rotació de la Terra era un de la constel·lació de Draco. El canvi d'orientació del nostre planeta respecte els estels que l'envolten afecta, es clar, a tots els estels i no només al que està en el pol. Aquest és un de tants arguments científics en contra de l'Astrologia doncs quan es diu que una persona és, per exemple, del signe d'Acuari, el Sol no es troba sobre aquesta constel·lació. Es a dir, que un Piscis actual i un de dos mil anys enrera han nascut amb el Sol situat en constel·lacions diferents. Es més, un important astrònom professional nord-americà va oferir una gens despreciable suma de dòlars a qui fos capaç de fotografiar el nostre estel en la constel·lació de Càncer en el passat eclipsi total de Sol del juliol de 1991.

Fins ara hem vist com els moviments i la forma de la Terra, el nostre planeta, afecten la visió que tenim del cel. Molts d'aquests moviments ens semblen regulars i precisos, i alguns ens són totalment imperceptibles. Es només a escales de temps astronòmiques que alguns moviments i canvis se'ns poden fer presents. Un dels que no hem anomenat, donat que no té res a veure amb els moviments de la Terra, és el moviment propi dels estels. Aquests, encara que molt llunyans tenen el seu moviment dins la galàxia, però això ja és una altre història...

(c) Jordi Iparraquirre. [ipa@astro.gea.cesca.es](mailto:ipa@astro.gea.cesca.es)

S'agraeix la distribució gratuïta d'aquest escrit per a fins educatius.

Prohibida la seva reproducció o venda amb finalitat comercial sense permís de l'autor.

Primera edició, 1991 pel curs d'Astronomia d'Aster, Agrupació Astronòmica de Barcelona.

Segona edició, 1997 en format PDF per a posar al web.