

## Preparació d'observacions

**Francis Berthomieu, Ricardo Moreno, Beatriz García, Rosa M. Ros**  
International Astronomical Union, CLEA (Niza, França), Colegio Retamar  
(Espanya), Universidad Tecnológica Nacional (Argentina), Universitat Politècnica  
de Catalunya (Espanya)

### Resum

Una sortida per observar el cel és sempre una ocasió d'aprendre i de passar-ho bé, sobretot si es fa amb un grup d'amics aficionats. Cal preparar aquesta sortida amb temps, especialment si es va a portar instrumental. No obstant això, cal no menysprear les sortides més senzilles per veure a simple vista al cel, amb uns binocles o prismàtics

### Objectius

- Explicar com triar una data i lloc adequat per a realitzar observacions astronòmiques, quin material cal portar i com planificar la sortida.
- Aprendre a utilitzar el programa Stellarium.
- Reconèixer el problema de la contaminació lumínica

### Elecció del lloc i la data

La il·luminació ambiental influeix molt en la nostra percepció del cel estrellat. A les ciutats només es poden observar el Sol, la Lluna, els planetes que són visibles a simple vista, i unes poques estrelles i satèl·lits artificials. No obstant això, per a un primer contacte amb l'Astronomia pot concretar l'observació en un ambient no massa fosc, amb l'avantatge de poder fer-ho a l'escola o a casa, sense desplaçaments.

Si es volen observar més estrelles i nebuloses, cal anar-se'n a un lloc allunyat de carreteres i pobles, ja que, a causa de la il·luminació pública, envien al cel un "globus" de llum que impedeix la correcta visió del cel estrellat. Aquest fenomen es coneix com a "contaminació lumínica". També cal evitar la proximitat de fanals o llums aïllades. No ha d'haver prop arbres grans, ni carreteres per on circulen cotxes que ens enlluernin amb els seus fars.

Quant a la data, és preferible que faci bon temps, amb bona temperatura i poques possibilitats de núvols (es recomana consultar el pronòstic del clima a internet). La fase de la Lluna és molt important. Els pitjors dies són quan la Lluna està plena, ja que produirà molta llum ambiental i veurem només les estrelles més brillants. Quan està en fase decreixent, sortirà tard, no la veurem a menys que ens quedem observant fins a la matinada, però la foscor del cel estarà assegurada. Potser els dies més interessants són quan està una mica menys de quart creixent, ja que les primeres hores de la nit podem dedicar a veure els cràters del nostre satèl·lit, i quan es posi sota de l'horitzó, a les poques hores, deixarà un cel totalment fosc i encara serà d'hora per seguir observant.

Si portem telescopi, convé anar a el lloc triat amb temps suficient per arribar amb llum natural i tenir temps per fer el muntatge del material abans que es faci fosc.

## Material necessari

**Plànol del cel o Planisferi**, aproximadament de la data i hora de l'observació i per al lloc des del qual observarem. Hem de recordar que el cel canvia segons la latitud de l'observador. Aquests plànols, mapes o cartes celestes es poden obtenir del programa Stellarium ([www.stellarium.org](http://www.stellarium.org), a l'annex s'ofereix una guia ràpida), en revistes d'astronomia o en anuaris. A la web hi ha molts llocs on obtenir-les, per exemple en [www.heavens-above.com/skychart.asp](http://www.heavens-above.com/skychart.asp) o en [www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com). Per obtenir qualsevol d'aquests mapes celestes cal indicar la situació geogràfica, el dia i l'hora de l'observació.

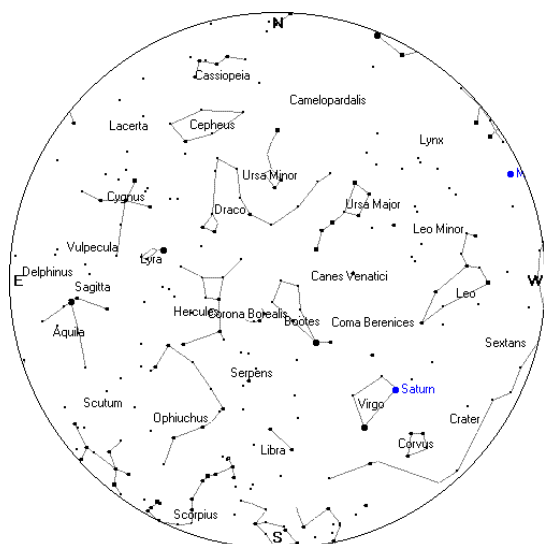


Fig. 1: Exemple de plànol del cel per a una latitud mitjana nord, a mitjans de juliol a les 22 h.

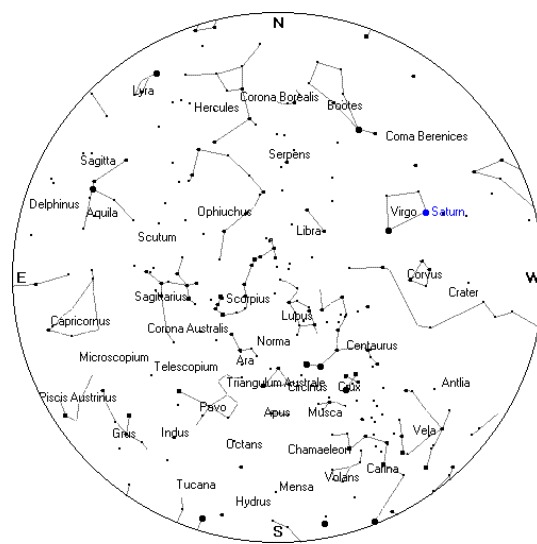


Fig. 2: Exemple de plànol del cel per a una latitud mitjana sud, a mitjans de juliol a les 22 h.

**Llanterna de llum vermella.** Si bé les nostres pupil·les, en la foscor, s'obren lentament per deixar passar més llum, el que assegura poder "veure" de nit, és la capacitat del nostre ull anomenada "visió nocturna" la que ens permet fer observacions astronòmiques. La visió nocturna està relacionada amb un dels dos tipus de cèl·lules fotosensibles a la retina: els bastonets. A la retina hi ha dos tipus de cèl·lules, els cons, sensibles a la color, que s'activen quan hi ha molta llum, i els bastonets, que només estan actius amb baixos nivells d'il·luminació. Si la zona on estem mirant s'il·lumina de cop i volta, la pupil·la es tanca de seguida i els bastonets es desactiven. Encara que torni la foscor, la pupil·la trigarà un breu lapse en obrir-se totalment de nou, però els bastonets trigaran uns 10 minuts a permetre'ns recuperar la visió nocturna. Això no passa amb la llum vermella, amb la qual podem il·luminar sense problemes al mapa de cel, terra, etc. Només cal una llanterna normal amb un filtre senzill de paper vermell transparent.

**Dinar.** Cal tenir en compte que el temps total de l'activitat serà de diverses hores, comptant viatge, preparació del material, observació, recollida i viatge de tornada. L'activitat serà més agradable si compartim una mica de menjar i de beure (fred o calent en funció del clima).

**Punter làser verd**, és útil per assenyalar constel·lacions, estrelles, etc. Cal ser molt curós amb aquest tipus de punters. Mai ha apuntar-se als ulls dels participants de l'observació ni als de ningú, ja que pot danyar-los. Aquesta eina només ha de ser manipulada per adults.

**Roba d'abric.** Encara que sigui a l'estiu, al vespre sempre baixa la temperatura, sovint s'aixeca vent, i cal tenir en compte que estarem aturats unes quantes hores seguides. No s'ha de prendre com a referència la temperatura durant el dia.

**Prismàtics, telescopis, càmera de fotos** (veure més a baix), segons l'observació que anem a fer.

**Alternativa per si hi ha núvols.** Un cel ennuvolat ens pot trastocar tot el pla. No obstant això podem tenir previst algun pla alternatiu: explicar històries sobre els personatges de les constel·lacions o parlar sobre algun tema d'astronomia. Si disposem d'Internet, podem gaudir de l'popular Google-Earth, però aplicat a l'esfera celeste (Google Sky) o Mart o la Lluna, o de qualsevol altre programa de simulació de cel. Si disposem d'una casa propera, podem veure algun vídeo sobre algun tema astronòmic.

## Observació a ull nu

És fonamental conèixer el cel a simple vista. Això significa conèixer els noms de les principals constel·lacions i de les estrelles més brillants, per la qual cosa només es necessita un pla de cel, i de ser possible, un punter làser verd. També són molt útils aplicacions pel iPhone o Android que et mostra a la pantalla les constel·lacions i planetes a l'apuntar cap a qualsevol part del cel, usant el GPS de telèfon. Com que no li afecten els núvols, pot servir d'alternativa si el cel es cobreix.

Les estrelles que es poden veure en depenen el lloc on estiguem: prop del Pol Nord només veuríem el 50% de les estrelles de tot el cel, les que estan en l'hemisferi nord celeste. En les proximitats de l'equador podrem veure totes, només dependrà de l'època de l'any. A prop de el Pol Sud tornem a veure només la meitat, en aquest cas les que hi ha a l'hemisferi sud celeste.

Les constel·lacions i estrelles que caldria conèixer són:

### HEMISFERI NORD

Constel·lacions: Óssa Menor, Óssa Major, Cassiopea es veuen sempre. A l'estiu es veuen també Cygnus, Lyra, Hèrcules, Bootes, Corona Boreal, Leo, Sagitari i Escorpí. Les que es veuen a l'hivern són: Orió, Can Major, Taurus, Auriga, Andròmeda, Pegàs, Gemini, Plèiades ...

Estrelles: Polar, Sírius, Aldebarà, Betelgeuse, Rigel, Artur, Antares, etc.

### HEMISFERI SUD

Constel·lacions: Creu de Sud, Sagitari, Escorpí, Leo, Carina, Puppis i Vela (aquestes tres constel·lacions formaven l'antiga constel·lació d'Argos, el navili dels Argonautes). També és possible veure Orió i el Can Major des d'aquest hemisferi.

Estrelles: Antares, Aldebarà, Sírius, Betelgeuse. A l'hemisferi sud no hi ha una estrella que marqui la ubicació del Pol Sud celeste.

Les constel·lacions que es troben a la regió denominada "del zodíac", es veuen des de l'hemisferi nord i des del sud, tot i que canvia la seva orientació en l'esfera celeste.

És interessant anar seguint el canvi de les fases de la Lluna dia a dia, i el canvi de la seva posició respecte de les estrelles. Això últim es pot fer també amb els planetes, notant el seu lent moviment respecte d'altres planetes propers o respecte de les estrelles. Això és especialment notable en els quals es mouen més de pressa com Venus o Mercuri, quan es veuen a el capvespre. Aquests planetes també poden ser visibles a l'alba i llavors un pot seguir reconeixent-los en el cel més enllà de la nit d'observació.

Durant un parell d'hores després del capvespre, es poden observar estrelles fugaces (meteors) en qualsevol data, amb una freqüència aproximada d'entre 5 i 10 per hora. En determinats moments de l'any hi ha "pluja d'estrelles", en el qual es veuen moltes més. Per exemple al voltant del 3 de gener hi ha les Quadràntides, amb unes 120 per hora, sobre el 12 d'agost les Perseides, amb 100 / h, el 18 de novembre és el màxim de les Leònides, amb unes 20 / h, i entre el 12 i el 14 de desembre es veuen les Gemínides, amb 120 / h. Les Perseides no són visibles des de l'hemisferi sud.

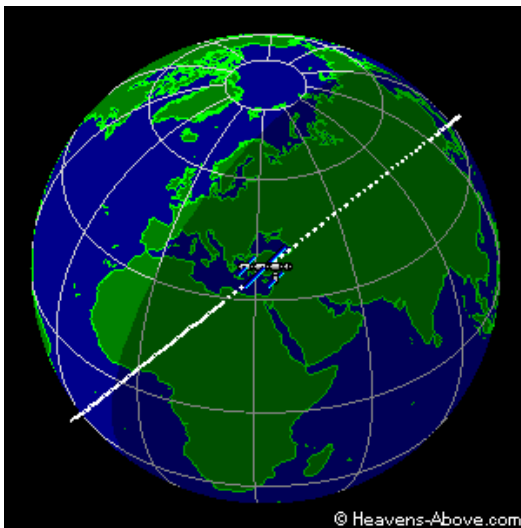


Fig. 3: Pas de la ISS



Fig. 4: Ampliació i diàmetre de l'objectiu

Hi ha molts satèl·lits que orbiten la Terra i que a l'ésser il·luminats pel Sol es poden veure des de la Terra, creuant lentament el cel. Com l'altitud no sol ser molta, només es veuen si no fa molt que s'ha ocultat el Sol. Per exemple, la ISS és bastant brillant i triga uns 2-3 minuts a recórrer la part visible de cel. D'aquests satèl·lits i de molts altres es pot predir el pas sobre un determinat lloc geogràfic amb una setmana d'antelació (veure [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com)).

## Observació amb prismàtics

Un instrument astronòmic molt útil i a l'abast de qualsevol són els prismàtics. Encara que la seva capacitat d'augment sol ser petita, recullen molta més llum que la nostra pupil·la, de manera que serveixen per veure objectes que a primera vista són molt poc lluminosos, com

cúmuls d'estrelles, nebuloses i estrelles dobles. A més tenen l'avantatge que augmenten les diferències de colors de les estrelles, especialment si es desenfocuen lleugerament.

Solen portar inscripcions com 8x30 o 10x50. La primera xifra dóna l'ampliació (o augment) i la segona l'obertura de la lent davantera, l'objectiu, en mm. Un molt recomanat per a aquesta activitat és el 7x50. Amb majors augments la imatge es mou molt, ja que és difícil mantenir el pols, i majors obertures augmenten bastant el preu.

Objectes interessants per veure amb prismàtics són la galàxia d'Andròmeda (M31), el cúmul d'Hèrcules (M13), el cúmul doble de Perseu, el Pessebre (M44), la nebulosa d'Orió (M42), tota la zona de Sagitari (nebulosa de la Llacuna M8, Trífida M20, Omega M17, diversos cúmuls globulars M22, M55, etc.) i en general la Via Làctia, que es veu amb moltes més estrelles que a primera vista. A l'hemisferi sud, Omega Centaure i 47 Tucan resulten cúmuls globulars espectaculars.

## Observació amb telescopi

La majoria de la gent sap que la missió d'un telescopi és ampliar els objectes llunyans, però són menys els que saben que té a més una altra missió tan important com aquesta: captar més llum que l'ull humà. Així s'aconsegueixen veure objectes febles, que seguirien sent-ho encara que augmentéssim molt la visió.

Un telescopi té dues parts essencials: l'objectiu i l'ocular. El primer és una lent de gran diàmetre i poca curvatura (telescopis refractors) o un mirall parabòlic (telescopis reflectors). El segon és una lent petita i de gran curvatura, al costat de la qual, com el seu propi nom indica, posem l'ull per mirar. Sovint es pot extraure, i és el que ens donarà més o menys augments.

Com més gran sigui l'objectiu, més llum aconseguirà concentrar, i podrem veure objectes més febles. Lents grans de qualitat són més cares que miralls d'aquests mateixos diàmetres, pel que són més freqüents els telescopis reflectors. El tipus més freqüent és el newtonià, que consta d'un mirall còncau en el fons del tub, que retorna els raigs a la boca d'aquest, on hi ha un petit mirall secundari formant 45°, que desvia els raigs a l'exterior del tub, on està l'ocular. El mirall secundari bloqueja una mica de la llum que entra, però no és significatiu. Un altre disseny és el tipus Cassegrain, en què el secundari envia la llum cap a un orifici central de l'espill primari. Així solen ser els professionals. Finalment hi ha els catadiòptrics, que solen ser com aquests últims però afegint una lent prima a l'entrada del tub, de manera que redueixen molt la longitud del tub i el fan més lleuger i transportable.

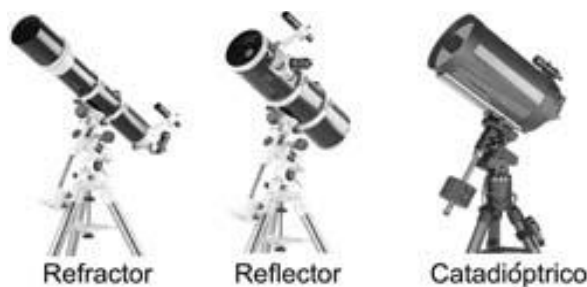


Fig.5: Diferents tipus d'òptiques.

**La capacitat d'ampliació (augment) d'un telescopi** ve donada pel quocient entre la longitud focal de l'objectiu i la de l'ocular. Per exemple, si tenim un telescopi amb una longitud focal de l'objectiu de 1.000 mm i li posem un ocular de longitud focal de 10 mm, obtenim una ampliació de 100 augments (o  $\times 100$ ). Si volem duplicar els augments necessitarem o un objectiu de major longitud focal o posar un ocular de menor. Això té un límit en la pràctica, ja que oculars amb longituds focals petites són difícils de fabricar i donen imatges borroses.

Els fabricants sovint descriuen els telescopis en termes de raó focal, com ara  $f/6$  o  $f/8$ . La raó focal és la longitud focal de la lent o mirall primari dividit per l'obertura i serveix per conèixer una d'aquestes dues magnituds, si se sap l'altra. Si per exemple, tenim un telescopi refractor de  $f/8$  i l'objectiu és una lent de 60 mm de diàmetre, la longitud focal real del telescopi serà la raó focal multiplicada per l'obertura, és a dir,  $8 \times 60 = 480$  mm. A igual obertura de l'objectiu, com més gran relació focal, menor camp de visió i més augments.

Com més gran sigui l'obertura d'un telescopi més llum captarà -serà més lluminós- i es podran veure objectes més febles. També serà més gran la seva capacitat de resolució, que és la capacitat de veure detalls: quan és baixa es veu la imatge borrosa, i quan és alta es veu molt nítida, amb molts detalls. També influeix la foscor de la nit: en dies de Lluna plena o amb lluminositat a les rodalies no es veuen les estrelles febles.

Una altra limitació important és l'estabilitat atmosfèrica. Tots hem vist com l'atmosfera calenta d'un desert fa tremolar la visió en escenes de pel·lícules preses amb teleobjectius. Quan mirem a través d'un telescopi, petites pertorbacions de l'aire fan que la imatge es mogui. Els astrònoms es refereixen a això amb el concepte de "seeing". L'atmosfera és la que fa titil·lar (parpellejar) a les estrelles.

La imatge que es veu amb un telescopi està invertida, però això no importa molt: al Cosmos les posicions amunt i avall són molt relatives. Hi ha accessoris que inverteixen la imatge i la posen correctament, però disminueixen una mica la lluminositat.

**El suport** és una peça important en un telescopi. Les de mala qualitat fan que el tub del telescopi oscil·li cada vegada que li toqui. El resultat és un ball a la imatge que, a part de marejar el més entusiasta, impedeix veure els detalls. És important que siguin rígides i estables.

Hi ha dos tipus de suports: l'azimutal i l'equatorial. La primera és la més senzilla però la menys útil. Pot girar a esquerra i dreta sobre el seu eix vertical, i amunt i avall al voltant d'un eix horitzontal. El suport Dobson és un tipus de suport azimutal molt senzill de transportar i utilitzar. Als suports equatorials hi ha dos eixos inclinats i formant 90 graus. Un, el polar, ha d'estar dirigit cap al pol nord, si estem a l'hemisferi nord o cap al pol sud, si estem a l'hemisferi sud. Aquest eix representa l'eix de rotació de la Terra i per tant ha d'estar orientat paral·lel a aquest i tallés el cel en el pol celeste corresponent a l'hemisferi de l'observador. Els girs al seu voltant donen les ascensions rectes. L'altre eix, l'equatorial, ens dona les declinacions. Aquest suport és l'usat pels astrònoms professionals i per la majoria dels aficionats. Poden portar un motor en l'eix equatorial que va compensant la rotació de la Terra. Si no, especialment amb grans ampliacions, la imatge se'n va del camp de visió en un temps sorprenentment curt.



Fig. 6: Diferents suports de telescopis

Si es disposa d'un suport equatorial, és convenient "posar-ho en estació", és a dir, orientar-lo de tal manera que l'eix polar estigui alineat amb el Pol Nord (o Sud) del cel. Això porta el seu temps, però és necessari perquè el motor de seguiment equatorial serveixi perquè l'objecte que mirem no es mogui a el passar el temps, cosa imprescindible en fotografia. Si no disposem de motor, al posar-lo en estació és menys important, però ens servirà per mantenir l'objecte en el camp de vista movent una única roda.

Finalment, hi ha telescopis computats, amb una base de dades de posicions d'objectes celestes i dos motors. La posada en estació sol ser molt més fàcil, així com la recerca d'objectes, però el preu puja bastant.

## Els moviments de la volta del cel

Bàsicament els moviments que percebem en la volta celeste responen als moviments relatius a conseqüència de la rotació i la translació de la Terra. Aquesta situació ens fa percebre la volta del cel com un conjunt amb dos moviments bàsics: diari i anual.

El moviment diürn és molt important, és a dir molt ràpid i gairebé no ens permet percebre el moviment anual que és molt més lent. La Terra gira una volta de  $360^\circ$  en 24 hores, és a dir  $15^\circ$  cada hora i es nota molt encara que no estiguem realitzant observacions acurades. El moviment de translació és de  $360^\circ$  cada 365 dies, és a dir aproximadament un grau cada dia (una mica menys d'un grau per dia). Si imaginem que no existís el moviment de rotació, podríem observar al cel nocturn que d'un dia a el següent estaria la mateixa estrella a la mateixa hora al mateix lloc però corregut només un grau (això és el gruix d'un dit índex amb el braç estès) respecte del dia anterior. Aquesta observació només es pot realitzar si prenem com a referència alguna antena o algun pal que ens permeti relacionar l'observació d'un dia respecte a l'endemà. Aquest moviment, és gairebé insignificant si no disposem d'una referència i per tant no es percep a simple vista, però el que si notem és que el cel d'un dia de l'any, és completament diferent després de tres mesos o mig any. Després de tres mesos la translació correspon a  $90^\circ$ , o sigui un  $1/4$  que el cel de tornada i en mig any és  $1/2$  volta és a dir l'altre costat de cel, diametralment oposat. Aquest moviment s'ha vist emmascarat nit rere nit amb el moviment de rotació, però fins i tot en aquest cas tots sabem que observant a primera vista després de tres mesos les constel·lacions del cel nocturn són molt diferents.

## Activitat 1: Paraigües de la Volta Celeste

Un senzill paraigua ens pot permetre visualitzar els moviments de la volta del cel explicats anteriorment. El paraigua usat de forma habitual situa sobre els nostres caps una volta on podem dibuixar les constel·lacions desitjades. Farem servir un paraigua negre de cavaller i en el dibuixarem amb pintura blanc (o amb un corrector dels que fan servir els estudiants)

En aquest model no dibuixarem totes les constel·lacions, sinó que només dibuixarem algunes constel·lacions i només les estrelles més importants. No busquem un resultat estètic, sinó un model de treball amb el qual puguem raonar.

Cada paraigües ens servirà per visualitzar un dels dos hemisferis. El punt d'intersecció entre el bastó i la tela del paraigua serà el pol de l'hemisferi considerat. La zona de la vora de la tela del paraigua (on hi ha els extrems de les varetes protegides amb un trosset de plàstic), els tacs de les varetes, correspon aproximadament a l'equador celeste.

Prepararem doncs dos paraigües un per a cada hemisferi.

A l'hemisferi nord dibuixarem:

- En el entono del pol nord (prop de l'eix del paraigua) l'Óssa Major, Cassiopea i s'entén que l'estrella polar aquesta precisament on el pal del paraigua travessa la tela
- A la zona de la vora mes extern del paraigua dibuixarem 4 constel·lacions, una per a cada estació, la més típica i fàcil de reconèixer:
  - ❖ Primavera: Leo
  - ❖ Estiu: Cigne
  - ❖ Tardor: Pegàs
  - ❖ Hivern: Orió

Sens dubte es podrien triar altres, però han d'estar distribuïdes de forma més o menys equidistant. Totes situades a uns 90° de l'anterior.

A l'hemisferi sud representem:

- En el entono del pol sud (prop de l'eix del paraigua) la Creu de Sud i s'entén que el pol sud celeste està situat exactament el pal del paraigua travessa la tela
- A la zona de la vora mes extern del paraigua dibuixarem quatre constel·lacions, una per a cada estació, la més coneguda:
  - ❖ Primavera: Aquari
  - ❖ Estiu: Orió
  - ❖ Tardor: Lleó
  - ❖ Hivern: Escorpí

La idea és triar constel·lacions grans i que solen estar sobre l'horitzó. Aquesta proposta pot adaptar-se a cada cas

Si la ciutat on estem situats és a la zona equatorial, entre 20° latitud nord i 20° latitud sud és necessari dibuixar els dos paraigües. Si estem situats en l'hemisferi nord amb latitud compresa entre 30° i 90° n'hi hagués prou amb el paraigua d'aquest hemisferi i succeeix el mateix si estem a l'hemisferi sud.



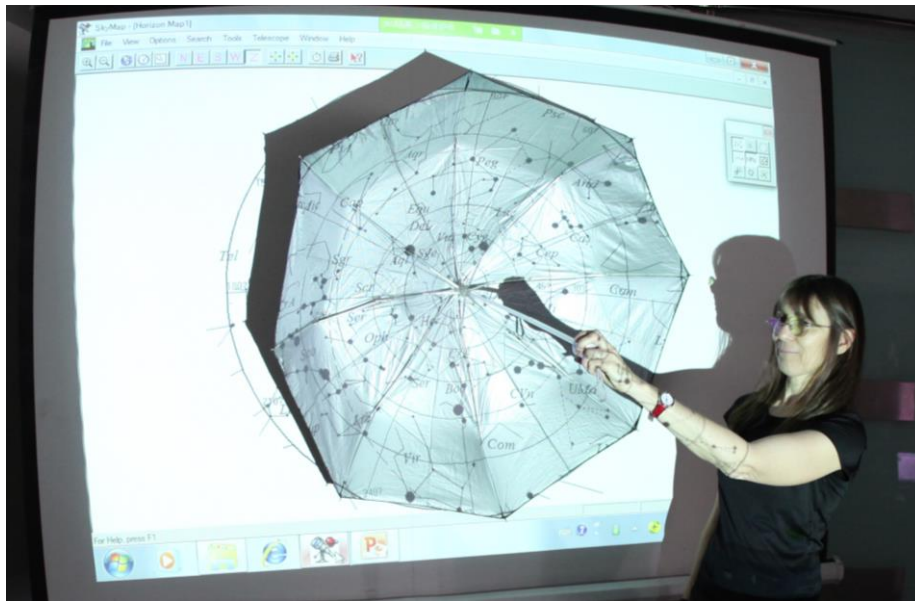


Fig.7: Projecció de les estrelles de l'hemisferi nord en una pantalla per dibuixar les constel·lacions desitjats. Es recomana preparar el model sobre un paraigua negre, tot i que a la fotografia s'han utilitzat un altre color per tal d'explicar el procés.

Per dibuixar els paraigües amb el corrector o la pintura blanca és molt pràctic utilitzar el Stellarium o un programa similar i projectar-amb un canó o projector de llum sobre la superfície del paraigua tenint cura que el pol aquest exactament en el punt d'intersecció del bastó del paraigua amb la tela. Anem a projectar l'hemisferi corresponent (figura 7). Un cop acabada cada paraigua el podem fer servir amb els estudiants situant-lo per sobre dels nostres caps (figura 8).



Fig. 8: Usant el paraigua de l'hemisferi nord amb estudiants

Situarem el bastó del paraigua inclinat en la direcció del pol de l'hemisferi corresponent. Imaginem el terra de l'habitació a l'altura del nostre coll, això seria l'horitzó, de manera que una part de la tela del paraigua quedaria per sota d'aquest horitzó. Llavors distingim dues parts en aquest horitzó imaginat. La part que està a prop del pol, on el cel que es veu al llarg de l'any, és sempre més o menys el mateix (quan mirem cap a la zona del bastó del paraigua intersecció

amb la tela). La zona de l'equador queda més alta sobre l'horitzó, és la part més interessant ja que les constel·lacions canvien al llarg de l'any (figura 9).

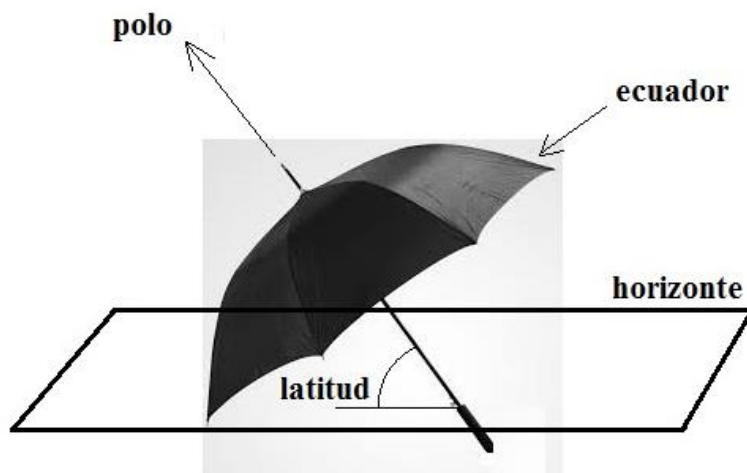


Fig.9: Bastó del paraigua inclinat en la direcció del pol d'acord amb la latitud. Imaginem el pla de l'horitzó que tapa part del paraigua.

Cal insistir que el model explica el moviment de translació. Imaginem que no hi ha rotació per tant equival a observar cada dia més o menys a la mateixa hora. També cal destacar que en aquest model simplificat visualitzarem el moviment del cel de  $90^\circ$  a  $90^\circ$  de forma discreta, és a dir cada 3 mesos. Com evidentment el moviment del cel és continu i dia a dia, quan s'esmenta que és visible una determinada constel·lació durant una estació cal entendre que és aproximadament la constel·lació que veurem en el centre de l'horitzó en els mesos centrals de l'estació.

## MANERA D'ÚS

Veiem com utilitzar el paraigua per entendre el moviment de translació.

### Hemisferi Nord.

Per fixar idees suposem que estem en un lloc de latitud  $40^\circ$  nord. Situem el paraigua de l'hemisferi nord amb el bastó cap al pol nord (inclinat  $40^\circ$  respecte de terra) per sobre dels nostres caps.

A l'hemisferi Nord l'estrella polar està pràcticament situada al pol nord. És fàcil reconèixer-la a partir de la constel·lació de l'Óssa Major o de Cassiopea. A partir de l'Óssa Major perllonguem 4 vegades la distància entre les dues estrelles del quadrilàter que més allunyades de la cua de la constel·lació i es localitza la polar. Usant Cassiopea, la polar es troba en la intersecció de les dues bisectrius de cadascuna de les ves de la doble ve baixa que representa Cassiopea.

### Horitzó Nord

Mirem cap a l'àrea d'estrella polar. Si introduïm una lleugera rotació observem les constel·lacions de l'Óssa Major i Cassiopea giren al voltant del pol nord al llarg de l'any (figura 10).



Fig. 10: Posicions relatives de l'Óssa Major al voltant del pol nord al llarg de l'any (a la mateixa hora).

Comencem per situar l'Óssa Major dalt i Cassiopea baix (el que succeeix a la primavera), girem el mànec del paraigua  $90^\circ$  fins a tenir l'Óssa Major a l'esquerra i Cassiopea a la dreta (llavors tenim la situació d'estiu). Girem novament  $90^\circ$  en la mateixa direcció, ens queda l'Óssa Major baix i Cassiopea dalt (és la posició que correspon a la tardor) i finalment girem de nou  $90^\circ$  deixant l'Óssa Major a la dreta i Cassiopea a l'esquerra (tal com està en hivern). Si girem de nou es reproduïx la situació inicial i vam començar les 4 estacions d'un nou any (figura 10)

Tal com s'ha descrit tot el procés, s'entén que en aquesta zona de el cel, que es diu l'horitzó nord (zona de l'horitzó que correspon a la direcció nord), les constel·lacions que veiem al llarg de l'any són sempre les mateixes i no hi ha més variació

### Horitzó Sud

Considerem ara la zona de l'equador, la zona dels tacs de les varetes. Les constel·lacions en aquesta zona mirant cap a l'horitzó sud varien segons l'època de l'any. La constel·lació central a la primavera és Leo, llavors situem el paraigua amb Lleixio a la part més alta sobre l'horitzó. Girem llavors el paraigua  $\frac{1}{4}$  de volta, és a dir  $90^\circ$  i tenim sobre l'horitzó sud, la constel·lació central d'estiu: el Cigne que constitueix juntament amb Lira i Aquila el triangle d'estiu. Amb un altre  $\frac{1}{4}$  de volta estem a la tardor i la constel·lació central serà el gran quadrilàter de Pegàs. I girant altres  $90^\circ$  estem a l'hivern, i domina el cel de l'horitzó la constel·lació d'Orió amb els seus gossos de caça.

### Hemisferi Sud

Comencem per fixar idees, a manera d'exemple, una latitud de el lloc de  $40^\circ$  sud. Situem el paraigua de l'hemisferi sud amb el bastó dirigit cap al pol sud (inclinat uns  $40^\circ$  respecte de terra) sobre els nostres caps.

A l'hemisferi sud no hi ha una estrella polar que permeti visualitzar la posició de l'pol sud. La Creu de el Sud és la constel·lació que s'utilitza per assenyalar la posició de l'pol sud celeste; per això s'ha de prolongar l'eix major de la creu en direcció a peu de la creu 4,5 vegades. Aquesta constel·lació dóna una volta entorn de l'pol a 24 hs. La seva posició canvia al llarg de l'any per a la mateixa hora, com es veu a la figura 11. Suposem que és sempre la mateixa hora per obviar el moviment de rotació i així observar només el gir a causa de la translació.

### Horitzó Sud

Mirem cap a la zona del bastó de el paraigua intersecció amb la tela, on hi ha el pol sud. Anem girant lentament el bastó i observem que la constel·lació de la Creu de Sud va girant al voltant del pol sud al llarg de l'any. Comencem per situar la Creu de Sud dalt (el que succeeix a l'hivern), rotant el mànec del paraigua 90° fins a tenir la Creu de Sud a la dreta el pol (llavors tenim la posició de primavera). Girem novament 90° en la mateixa direcció, ens queda la Creu de Sud a baix (és la posició que correspon a l'estiu) i finalment girem de nou 90° deixant la Creu de Sud a l'esquerra el pol sud (tal com està a la tardor). Si girem de nou es reproduïx la situació inicial i vam començar les quatre estacions d'un nou any (figura 11).

Després del procés descrit s'entén que en aquesta zona de el cel, anomenat l'horitzó nord (perquè és l'àrea de l'horitzó corresponent a nord), les constel·lacions que veiem durant tot l'any són sempre els mateixos i no hi ha més variació.

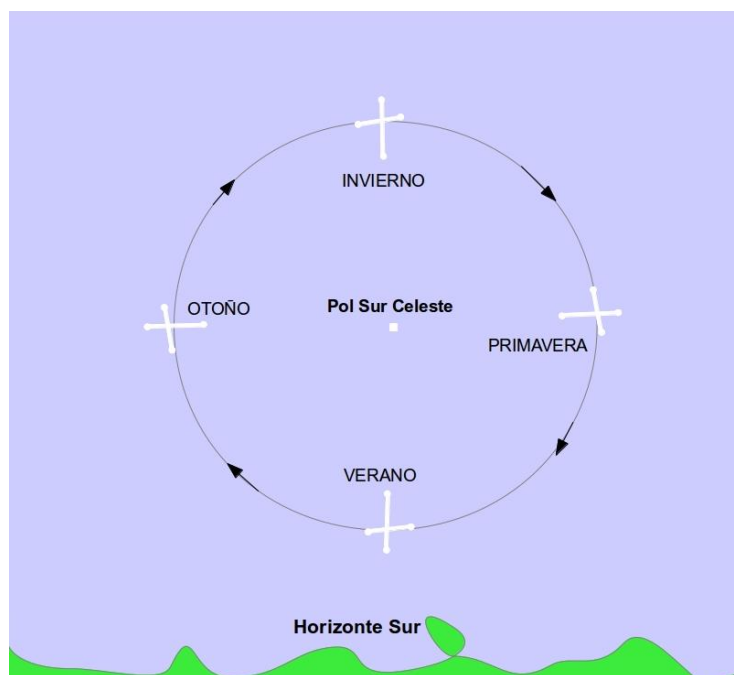


Fig. 11: Posicions relatives de la Creu de Sud al voltant del pol sud al llarg de l'any (a la mateixa hora).

### Horitzó Nord

Ens fixem en la tela de el paraigua a la zona equatorial, és a dir, l'horitzó de nord. Aquesta àrea és on les constel·lacions varien més. Les que són visibles a l'estiu, no ho són a l'hivern. Zeus rei dels déus en la mitologia grega va situar en el cel el gegant Orió després de la seva

mort per una picada d'un escorpió. I també, Zeus va posar aquesta constel·lació al cel, sinó que situat diametralment oposat, perquè no pogués atacar de nou.

La constel·lació central durant la primavera és la constel·lació d'Aquari. Girem el paraigua de 90°, és a dir, després de tres mesos, tenim Orió amb els seus gossos a l'horitzó nord, que és la constel·lació central d'estiu. Amb un altre ¼ de volta estem a la tardor i la constel·lació central és Lleó. Si girem el paraigua 90° és hivern, i tenim la constel·lació d'Escorpió en l'horitzó.

### Conclusions per a tots dos hemisferis

Seguint l'esquema presentat anteriorment en tots dos hemisferis durant dos horitzons podem entendre les observacions a causa del moviment de translació.

Si volem incloure el moviment de rotació en l'activitat, hem de tenir en compte que a més de el moviment anual descriu un moviment diari a causa de la rotació de la Terra fa. En un dia, tant l'Óssa Major i la Creu de Sud donen un gir complet als seus respectius pols.

Per deixar de banda el moviment de translació és per això que hem simplificat l'activitat imaginant que sempre portem a terme l'observació, al mateix temps, així s'elimina la rotació.

## Cels foscos i contaminació lumínica

Per poder observar les estrelles, hem de tenir un cel fosc. No obstant això només és possible si ens apartem de les ciutats. Els éssers humans hem oblidat com és el cel estrellat perquè no podem veure-ho. Aquest problema es deu al fet que la major part de l'enllumenat públic malbarata enormes quantitats d'energia il·luminant cap amunt, on és innecessària. La pol·lució lumínica és una de les forma de contaminació ambiental menys conegudes. Afecta la visibilitat de el cel nocturn, impeding-nos veure les estrelles, però a més altera l'equilibri de l'ecosistema i afecta la salut humana, ja que atempta contra els rellotges biològics que estan coordinats amb els períodes de llum i de foscor a la Terra. Parlar sobre aquest tema permet reconèixer el problema, alertar sobre les conseqüències i buscar les solucions.

Hi ha tres tipus de contaminació lumínica:

- a) La resplendor és un fenomen que es produeix, en general, per la il·luminació pública exterior. S'evidencia quan tenim l'oportunitat de viatjar de nit i apropar-nos a una ciutat. Veiem que un embolcall de llum l'envolta. La llum que produeix la resplendor és llum desaprovechada, ja que es gasta en il·luminar cap amunt, on no es necessita i, per tant, no només impeding veure les estrelles, sinó que estem gastant energia innecessària. Aquest tipus de contaminació es redueix triant bé focus i bombetes i lluminàries.
- b) La intrusió: la llum exterior es projecta en totes direccions i en algunes d'elles entra, sense voler-ho o demanar-ho, a les nostres cases. Si la llum es projecta a les habitacions, ens veurem obligats a bloquejar amb cortines les finestres durant la nit.
- c) El enlluernament: aquest tipus de pol·lució es vincula amb els llums dels automòbils i fins i tot amb il·luminació exterior a les ciutats i habitatges. Es fa evident en llocs amb desnivells, ja que el enlluernament es produeix quan un es troba de manera inesperada amb un focus o reflector. En els últims temps, els semàfors basats en llums LED poden produir enlluernament.

Si bé és possible a partir de diversos programes a Internet recopilar una sèrie d'activitats pràctiques que permeten treballar aquest tema, proposarem només una que resulta interactiva i fàcil de realitzar en qualsevol àmbit.

## Activitat 2: Contaminació lumínica

Els objectius d'aquest taller consisteixen en mostrar l'efecte contaminant de la il·luminació sense blindatge, reconèixer l'efecte benèfic, des del punt de vista astronòmic, de l'elecció d'un fanal dissenyat per al control de la contaminació lumínica i ressaltar la possibilitat de millorar la visió de les estrelles, sense deixar d'il·luminar aquells llocs on no podem tenir foscor total.

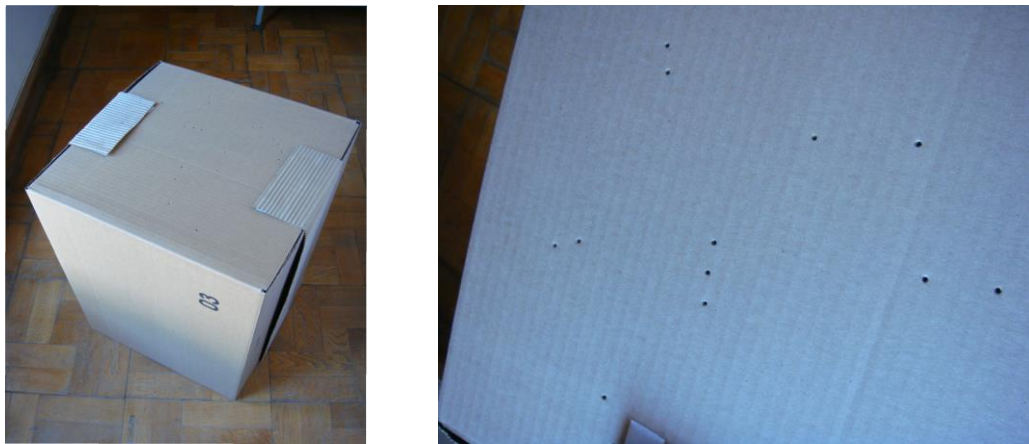


Fig. 12a i 12b: Caixa de cartró, disseny de la constel·lació d'Orió en una de les cares

Per dur a terme aquesta experiència ha de condicionar una caixa de cartró de certes dimensions, que permeti que l'alumne pugui mirar al seu interior. Es dibuixarà la constel·lació que se seleccioni (en aquest exemple és la d'Orió) i es marcaran les estrelles com a punts primer, i després es realitzaran els forats tenint en compte el diàmetre de cada un, segons la magnitud estel·lar (figures 12a i 12b).



Fig. 13: Visió d'Orió des de dins de la caixa. Cada forat, representa un estel.

La constel·lació dibuixada a la part exterior de la caixa ha de ser la imatge especular de la mateixa, ja que aquesta s'ha de veure tal com apareix en el cel, quan es mira a l'interior de la caixa. La caixa ha d'estar pintada de negre a l'interior de manera que si es mira directament al seu interior, la constel·lació tindrà l'aparença del que es mostra a la figura 8. Les "estrelles", o punts que les representen, es veuran il·luminades per l'entrada de la llum exterior dins de la caixa.

Es preparen dues pilotes de taula, realitzant un orifici que permeti introduir la llanterna al seu interior, però de diàmetre tal que quedin fixades a la llanterna. Una de la pilotetes es deixa tal qual és, i l'altra es pinta amb esmalt sintètic de qualsevol color a l'hemisferi superior, representant d'aquesta manera, el que s'anomena "blindatge" i impedeix que la llum es projecti cap amunt (figures 14a i 14b).



Fig. 14a: Pilota de tennis de taula sense blindatge. Fig. 14b: Pilota de tennis de taula amb un hemisferi pintat.

Per realitzar l'experiència, s'han de seleccionar llanternes en què sigui possible remoure la part superior protectora i deixar la bombeta a la vista (figures 15a i 15b). La pilota de taula s'insereix en la llanterna i simula un fanal tipus globus.



Fig. 15a: Traiem el protector de la llanterna Fig. 15b: Llanterna amb la piloteta de taula simulant el fanal

L'experiència es realitza en dues etapes: Primer fora de la caixa. En aquesta ocasió, s'han d'apagar els llums de el lloc on es realitza l'experiència. Es proven les dues models, amb la mateixa llanterna per evitar variacions en el flux. Sense blindatge (figura 16a) i amb blindatge (figura 16b) projectant la llum que produeixen sobre una superfície llisa i propera, ara la paret o un cartó. En segon lloc, es veu el que passa dins de la caixa. La situació es pot observar en

les figures 17a i 17b, per als casos de llanterna sense i amb blindatge respectivament. Es pot utilitzar una càmera digital per fotografiar el que passa dins de la caixa, si no és possible que els participants mirin a l'interior. Els llums externes, a l'habitació on es realitza l'experiència han d'estar enceses.



Fig. 16a: Llanterna sense blindatge



Fig. 16b: Llanterna amb blindatge

És possible advertir el que succeeix de manera molt clara. En la primera situació, en el cas de la il·luminació exterior, s'adverteix el tall que produeix un fanal amb disseny per al control de la pol·lució lumínica: l'emissió cap al cel es veu notablement reduïda.

En la segona situació, a l'utilitzar els dos tipus de llanterna a l'interior de la caixa, estem simulant la situació d'un ambient nocturn, la llum sense blindatge produeix una il·luminació extra sobre el cel, el denominat resplendor, que dificulta la visió de les estrelles. En el cas de la càmera digital, a l'usar exposició automàtica, no és possible ni tan sols enfocar de manera adequada a les estrelles. Per contra, amb la llanterna adaptada per a control de contaminació lumínica, és evident que cap avall aquest artefacte no deixa de ser efectiu, mentre que el cel es veu molt més fosc i la càmera aconsegueix registrar de manera clara la constel·lació d'Orió.

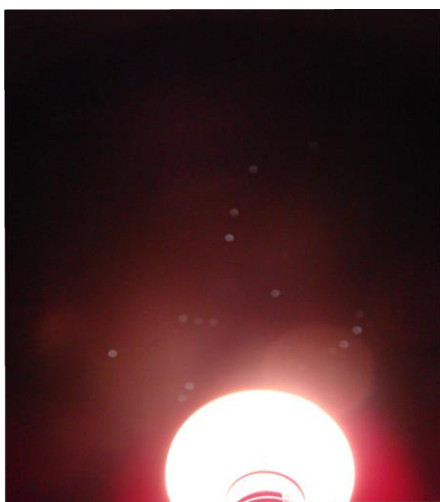


Fig. 17a: Aspecte de el cel amb fanals sense blindatge. Fig. 17b: Aspecte de el cel amb fanals amb blindatge



## **Bibliografia**

- Berthier, D., *Descubrir el cielo*, Ed. Larousse, Barcelona, 2007.
- Bourte, P. y Lacroux, J., *Observar el cielo a simple vista o con prismáticos*, Larousse, Barcelona, 2010.
- García, B., *Ladrones de Estrellas*, Ed. Kaicron, Colección Astronomía, BsAs, 2010.
- Reynolds, M., *Observación astronómica con prismáticos*, Ed. Tutor, Madrid 2006.
- Roth, G.D. *Guía de las estrellas y de los Planetas*, Omega. Barcelona 1989.

## ANEXO: Instrucciones para Stellarium 0.10.6.1

Para anclar o no las barras de herramientas (acercar el cursor a la esquina inferior izquierda)	
Ubicación. Se puede introducir por ciudades, por coordenadas o haciendo clic en un mapa	
Fecha y hora en la que se muestra el cielo	
Configuración de la vista del cielo. Tiene a su vez cuatro menús, que se explican a continuación	
Nº de estrellas, planetas... y que se vea o no la atmósfera	
Mostrar las líneas de coordenadas en el cielo, de las constelaciones... Tipo de proyección del cielo. Se recomienda la Estereográfica o la Ortográfica	
Mostrar el paisaje, el suelo, niebla.	
Nombres y figuras de las constelaciones y de estrellas según las culturas. Las más conocidas son las occidentales.	
Buscar un objeto (p.ej. Saturno, M13, NGC 4123, Altair)	
Configuración del idioma y de la información de los objetos mostrada en pantalla	
Ayuda (teclas de atajo, etc.)	
Ritmo normal del tiempo	
Aumentar velocidad del tiempo. Se puede dar varias veces	
Disminuir velocidad del tiempo.	
Volver a la hora actual	
Líneas de constelaciones	

Nombres de constelaciones	
Figuras de constelaciones	
Cuadrícula ecuatorial	
Cuadrícula acimutal+ horizonte	
Suelo/Horizonte	
Mostrar Puntos cardinales	
Atmósfera	
Nebulosas y nombres	
Nombres de los planetas	
Montura ecuatorial/acimutal	
Centrar sobre el objeto seleccionado	
Modo nocturno	
Pantalla completa/ ventana	
Ocular (como mirar al objeto seleccionado por un telescopio)	
Mostrar satélites artificiales en órbita	
Moverse por la vista	←, →, ↑, ↓
ZOOM +	<b>Repág</b>
ZOOM -	<b>Avpág</b>
Definir el planeta seleccionado como desde el que se ve. Para regresar a la Tierra, buscar Tierra y luego CTRLG para seleccionar la Tierra como planeta desde el que se ve.	<b>CTRL G</b>
Dejar/omitir traza del recorrido de los planetas	<b>May+T</b>
Capturar pantalla	<b>CTRL S ó PrintScreen</b>
Salir (terminar con Stellarium)	<b>ó CTRLQ</b>