

## Pregătirea pentru observare

**Francis Berthomieu, Ricardo Moreno, Beatriz García, Rosa M. Ros**

Uniunea Astronomică Internațională, CLEA (Nisa, Franța), Școala Retamar (Madrid, Spania), Universitatea Tehnică Națională (Mendoza, Argentina), Universitatea Tehnică din Catalonia (Barcelona, Spania)

### Sumar

O petrecere a stelelor poate fi o modalitate de a învăța și de a se distra totodată, în special dacă acest gen de activitate are loc împreună cu un grup de prieteni. Este necesar să te pregătești serios pentru aceasta, mai ales dacă intenționezi să folosești diferite instrumente. Dar nu neglijați bucuria simplă de a privi cerul cu ochiul liber sau cu binoclul.

### Obiective

- Explicarea modului de a alege locul, momentul și data corecte, care este echipamentul necesar și cum să planifici evenimentul
- Utilizarea programului Stellarium
- Recunoașterea problemei poluării luminoase

### Alegerea locului și a datei

Lumina din atmosferă influențează în foarte mare măsură modul în care percepem cerul. În orașe se pot vedea doar Soarele, Luna, câteva planete și câteva stele mai strălucitoare sau câțiva sateliți. Este mult mai bine să observăm cerul dintr-o zonă întunecată, deși asta înseamnă să renunți la confortul de acasă sau de la școală.

Dacă vrem să vedem mai multe stele și nebuloase, atunci trebuie să ne deplasăm cât mai departe de drumuri și de localități, deoarece orașele emit un halo luminos care împiedică observarea în bune condiții. Acest fenomen este cunoscut sub numele de "poluare luminoasă". De asemenea, este nevoie să evităm vecinătatea surselor de iluminat public. Stați departe de șosele și drumuri pe care automobilele pot deranja cu lumina farurilor; căutați o zonă deschisă în care să nu existe copaci mari care să interfereze cu direcția pe care priviți cerul.

Pentru alegerea datei, este de dorit, bineînțeles, să fie vreme frumoasă, senin și fără nori. Este și mai bine atunci când temperatura are valori confortabile. Fazele Lunii sunt și ele foarte importante. Cele mai rele zile sunt cele în care este Lună Plină, deoarece aceasta va crează o mare cantitate de lumină ambientală și se vor putea vedea doar stelele cele mai strălucitoare. Poate cele mai interesante sunt zilele în care Luna este la Primul Pătrar, deoarece în primele ore ale nopții putem vedea craterele de pe Lună și pe măsură ce Luna

apune sub orizont, câteva ore mai târziu, rămâne cerul întunecat, potrivit pentru sesiunea noastră de observare.

Dacă avem un telescop ar trebui să mergem în locul ales înainte de apusul Soarelui când mai avem suficientă lumină naturală pentru a instala echipamentul înainte de a se întuneca.

## Echipamentul necesar

Planificarea observațiilor. Trebuie să ne amintim că cerul se modifică odată cu latitudinea observatorului. Se poate utiliza programul Stellarium ([www.stellarium.org](http://www.stellarium.org), pentru o scurtă ghidare vezi Anexa acestui capitol), ne putem informa din revistele de astronomie sau se poate citi în cărți de specialitate. Pe web există multe adrese de unde se pot obține hărți ale cerului, de exemplu [www.heavens-above.com/skychart](http://www.heavens-above.com/skychart) sau [www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com). Pentru a obține, folosind aceste surse, orice hartă a cerului, trebuie să se indice poziția, (de obicei, latitudinea și longitudinea), data și momentul zilei.

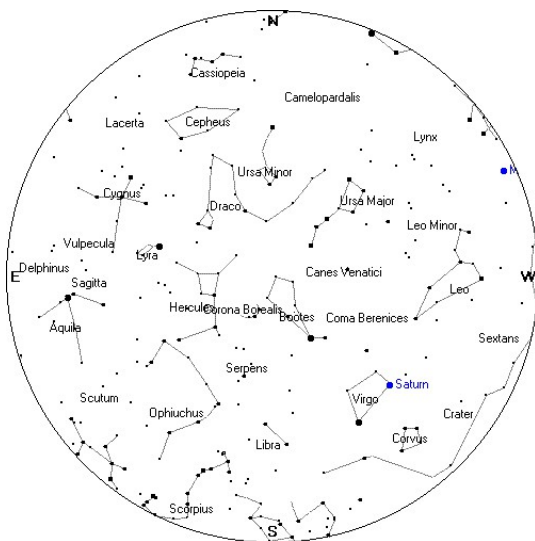


Fig. 1: Exemplu de hartă a cerului. Aceasta este pentru o latitudine nordică mijlocie, la jumătatea lunii iulie la ora 22.

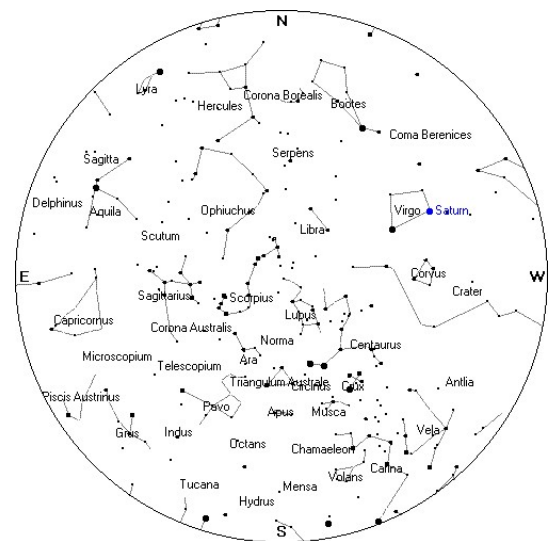


Fig. 2: Exemplu de hartă a cerului. Aceasta este pentru o latitudine sudică mijlocie, la jumătatea lunii iulie la ora 22.

Lanterna cu lumină roșie. În întuneric, ochii noștri se deschid ușor pentru a permite intrarea unei mai mari cantități de lumină, ceea ce ne asigură așa-numita "vedere" pe timpul nopții sau "vedere de noapte". Vederea de noapte este corelată cu una din cele două tipuri de celule fotosensibile de pe retină: bastonașele. Pe retină există două tipuri de celule: conurile, sensibile la culori și care sunt activate de lumina zilei și bastonașele, care sunt active numai la niveluri reduse de lumină. Dacă zona în care ne aflăm și spre care privim se iluminează brusc, pupila se închide imediat, iar bastonașele sunt dezactivate. Dacă intrăm din nou în întuneric pupila va avea nevoie de o scurtă perioadă de timp pentru a se deschide din nou complet, iar bastonașele vor avea nevoie de cel puțin 10 minute pentru a permite reinstalarea vederii de

noapte. Bastonașele sunt mai puțin sensibile la lumina roșie și, de aceea, folosirea unei lanterne cu lumină roșie păcălește ochiul, ca și cum ar fi mult mai întuneric. Ochii se vor adapta mai bine la vederea de noapte. Pentru a crea o lanternă cu lumină roșie folosim o lanternă obișnuită căreia îi adăugăm un filtru simplu folosind o bucată de hârtie roșie transparentă

**Alimente.** Trebuie să luăm în considerare că timpul real va fi de câteva ore, socotind călătoria, pregătirea materialelor, observațiile, strângerea materialelor și drumul înapoi. Activitatea va fi mai plăcută dacă, în grup, punem în comun mâncarea și băutura (caldă sau rece, în funcție de temperatura anotimpului).

**Pointer laser cu lumină verde.** Acesta este folosit pentru a indica stelele, constelațiile etc. Fiți foarte atenți cu acest tip de pointer. Nu îndreptați niciodată pointer-ul spre ochii participanților la activitatea de observare deoarece poate produce răni. Nu îndreptați niciodată pointer-ul spre avioane. Acest instrument poate fi manipulat numai de adulți.

**Haine.** Chiar și vara, pe durata nopții temperatura scade, deseori suflă vântul și trebuie să știm că vom rămâne afară timp de câteva ore, timp în care vremea se poate schimba. Planificați acest aspect ca și cum ar fi mult mai rece decât temperatura pe timpul zilei.

**Binocluri, telescoape, aparate de fotografiat** (vezi mai jos). Aceste materiale se schimbă în funcție de observațiile pe care le planificăm.

**Dacă sunt nori.** Un cer cu nori poate încurca tot planul. De aceea trebuie să avem asigurat un plan alternativ: istorisirea de povești despre mitologia constelațiilor sau discuții despre diverse subiecte astronomice. Dacă avem Internet, ne putem delecta cu popularul Google-Earth, dar privind cerul sau pe Marte sau alt program de simulare a cerului sau se poate urmări un video despre o temă astronomică pe YouTube.

## Ochiul liber

Este esențial să cunoaștem cerul văzut cu ochiul liber. Aceasta înseamnă să cunoaștem numele celor mai importante constelații și stelele strălucitoare, pentru care este nevoie doar de o hartă a cerului și, dacă este posibil, de un pointer cu lumină verde. De asemenea, există aplicații foarte utile pe iPhone/iPad care ne pot orienta cu constelațiile și planetele și care ne pot ajuta să ne orientăm pe cer. Telefonul nu este afectat de nori și astfel poate fi o variantă utilă când cerul este acoperit cu nori.

Stelele pe care le putem observa depind de locul în care ne aflăm: aproape de polul nord vom vedea numai 50% din stelele de pe cer, cele din emisfera cerească nordică. În apropierea ecuatorului vom vedea probabil toate stelele de pe cer, dar unele într-o singură noapte, în funcție de perioada din an. În apropierea polului sud, putem să vedem din nou numai jumătate din stelele de pe cer, de data aceasta cele care sunt în emisfera sudică.

Constelațiile și stelele pe care le recomandăm să fie cunoscute sunt:

**EMISFERA NORDICĂ**

Constelații: Ursa Mare, Ursa Mică, Cassiopeia sunt de obicei circumpolare, deci vizibile totdeauna. Vara se pot vedea de asemenea: Lebăda, Lira, Hercule, Boarul, Coroana Boreală, Leul, Săgetătorul și Scorpionul. Cele care se pot vedea iarna sunt: Orion, Câinele Mare, Taurul, Vizitiul, Andromeda, Pegas, Gemenii și roiul Pleiadelor.

Stele: Steaua Polară (aproape de polul nord ceresc), Sirius, Aldebaran, Betelgeuse, Rigel, Arcturus, Antares etc

**EMISFERA SUDICĂ**

Constelații: Crucea Sudului, Săgetătorul, Scorpionul, Leul, Carenă, Pupa și Velele (trei constelații care au format vechea constelație Argo, corabia Argonauților). De asemenea, este posibil să se vadă din această emisferă Orion și Câinele Mare

Stele: Antares, Aldebaran, Sirius, Betelgeuse. În emisfera sudică nu există o stea care să marcheze poziția polului sud ceresc.

Constelațiile care se află în regiunea numită "Zodiac", pot fi văzute din majoritatea locurilor atât din emisfera nordică, cât și din emisfera sudică, deși acestea își schimbă orientarea pe sfera celestă.

Este interesant de urmărit schimbarea fazelor Lunii în fiecare zi, precum și schimbarea poziției sale față de stele. Acest gen de observare se poate realiza și pentru planete, fiind atenți la cât de lentă este mișcarea acestora față de alte planete apropiate sau față de stele. Acest comportament este observabil mai evident în cazul planetelor care se mișcă mai repede, cum sunt Venus sau Mercur, când sunt observate la apusul Soarelui. Aceste planete pot fi vizibile, de asemenea, la răsăritul Soarelui și apoi pot fi recunoscute pe cer în timpul nopții când se fac observații.



Fig.3: Traiectoria ISS



Fig.4: Expunerea și diametrul obiectivului

Pentru câteva ore după apusul Soarelui se pot vedea stele căzătoare (meteori) în orice moment, cu o frecvență de cca 5 la 10 pe oră. În anumite momente ale anului se pot vedea mult mai multe "stele căzătoare". De exemplu, în jurul datei de 3 ianuarie sunt Quadrantidele, cu

un flux de cca 120 pe oră, în jurul datei de 12 august Perseidele, cu 100/h, în jurul datei de 18 noiembrie este maximul pentru Leonide, cu cca 20/h, iar între 12 și în jurul datei de 14 decembrie Geminidele, cu 120/h. Perseidele nu sunt vizibile din emisfera sudică.

Există un număr mare de sateliți care orbitează în jurul Pământului și care, atunci când sunt iluminați de Soare, pot fi văzuți de pe Pământ, mișcându-se lent pe bolta cerească. Dacă altitudinea lor nu este mare, aceștia pot fi văzuți dacă Soarele este ascuns, de exemplu, ISS (Stația Spațială Internațională) este foarte strălucitoare și are nevoie de cca 2-3 minute pentru a acoperi cerul vizibil. Momentele în care aceasta poate fi văzută împreună cu alți sateliți pot fi prevăzute pentru o anumită poziție geografică înainte cu o săptămână (consultați [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com)).

## Observații cu binoclul

Un instrument astronomic util și ușor de procurat este binoclul. Deși puterea sa de mărire este de regulă mică, binoclul colectează mult mai multă lumină decât pupila și ne ajută să vedem obiecte care la prima vedere sunt foarte slab luminoase, cum ar fi roiurile de stele, nebuloasele și stelele duble. De asemenea, binocurile au avantajul de a mări diferențele de culoare ale stelelor, în special când este ușor defocalizat.

Pe binocuri se găsesc, de regulă, inscripții cum ar fi 8x30 sau 10x50. Prima cifră din set reprezintă mărirea, iar a doua diametrul primei lentile în mm. O dimensiune frecvent recomandată pentru această activitate este 7x50. La mărituri mai mari, imaginea se mișcă mult deoarece este dificil să ținem binoclul nemișcat, iar deschideri mai mari cresc destul de mult prețul.

Obiecte interesante de văzut cu binoclul sunt: galaxia Andromeda (M31), roiul Hercule (M13), roiul dublu din Perseu, Praesepe (M44), nebuloasa Orion (M42), întreaga arie din Săgetătorul (nebuloase cum ar fi Lagoon M8, Trifid M20, Omega M17, câteva roiuri globulare M22, M55 etc.) și în general, Calea Lactee, văzută cu mult mai multe stele decât cu ochiul liber. În emisfera sudică Omega Centauri și 47 Tucanae sunt roiuri globulare spectaculoase.

## Telescopul observațional

Majoritatea oamenilor știu că rolul unui telescop este de a crea imagini mărite pentru obiectele aflate la distanțe mari, dar mai puțini oameni știu că un alt rol la fel de important este de a captura mai multă lumină decât ochiul uman. Aceasta ne va permite să vedem obiecte care luminează slab și care ar rămâne tot slabe chiar dacă crește grosimentul.

Un telescop are două părți principale: obiectivul și ocularul. Obiectivul este o lentilă cu diametrul mare care deviază lumina (la telescopul refractor) sau o oglindă care reflectă lumina (la telescopul reflector). Majoritatea oglinzilor obiectiv au formă parabolică. Ocularul este o mică lentilă prin care privim. De obicei ocularul se poate înlocui astfel încât diferitele dimensiuni ale ocularului permit o mărire mai mare sau mai mică.

Cu cât obiectivul are o suprafață mai mare, cu atât se colectează mai multă lumină și putem vedea obiecte care luminează mult mai slab. Lentilele de calitate înaltă sunt mai scumpe decât oglinzile de același diametru și de aceea telescoapele puternice sunt mai frecvent telescoape reflectoare. Cel mai comun tip de telescop este cel Newtonian, constând dintr-o oglindă concavă la capătul unui tub. Această oglindă are rolul de a reflecta lumina spre o a doua oglindă secundară, mai mică, orientată sub un unghi de  $45^\circ$ , care la rândul ei orientează fasciculul de lumină într-un punct în afara tubului, unde se află ocularul. A doua oglindă blochează o parte din lumina incidentă, dar nu în mod semnificativ. Un alt model este cel de tip Cassegrain care trimite lumina secundară spre un orificiu central din oglinda primară. Ocularul este situat în spatele aceluși orificiu central. În fine, există instrumente numite catadioptrice, asemănătoare în general cu telescopul Cassegrain, dar care au în plus o lentilă subțire la intrarea în tub. Se reduce astfel lungimea tubului și telescopul devine mai ușor și portabil.

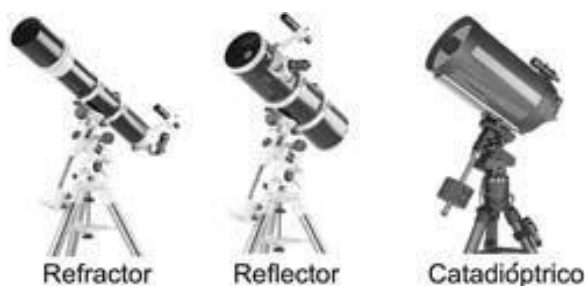


Fig.5: Diferite telescoape optice

Grosimentul unui telescop este dat de raportul dintre distanța focală a obiectivului (fie că este lentilă sau oglindă) și distanța focală a ocularului. De exemplu, dacă avem un telescop cu o lentilă având distanța focală de 1000 mm și folosim un ocular cu distanța focală de 10 mm, vom obține o mărire de 100. Dacă dorim să dublăm grosimentul vom avea nevoie fie de un obiectiv cu distanță focală mai mare, fie de un ocular cu distanța focală mai mică. Ultima posibilitate are o limită practică deoarece ocularele cu distanță focală mică sunt dificil de produs și dau imagini difuze.

Producătorii descriu adeseori telescoapele în termeni de raport focal, de exemplu  $f / 6$  sau  $f / 8$ . Raportul focal este distanța focală a lentilei sau oglinzii primare împărțită la apertură și permite să se afle una dintre cele două mărimi, dacă se cunoaște valoarea celeilalte. De exemplu, dacă avem un refractor  $f / 8$  și lentila obiectiv are diametrul de 60 mm, distanța focală reală a telescopului se va obține înmulțind cu apertura și anume  $8 \times 60 = 480$  mm. Pentru aceeași lentilă de apertură, cu cât este mai mare raportul focal, cu atât sunt mai mici câmpul vizual și mărirea.

Cu cât este mai mare apertura telescopului, cu atât acesta va capta mai multă lumină, ceea ce ne va permite să vedem obiecte care luminează mult mai slab. De asemenea, acesta oferă un nivel mai înalt de rezoluție, aceasta însemnând capacitatea de a vedea detalii: când rezoluția este redusă se vor vedea doar imagini difuze, neclare, iar când rezoluția este mare se vor vedea imagine foarte clare, cu multe detalii. Apertura este influențată, de asemenea, de întunericul

noptii: în zilele cu Lună Plină sau în situația în care ne aflăm în zone luminate, putem vedea stele care luminează slab.

O altă limitare importantă este stabilitatea atmosferică. Știm cu toții, cel puțin din scenele de film, modul în care atmosfera caldă a deșertului face să vibreze imaginea în depărtare. Atunci când privim printr-un telescop, micile perturbații din aer fac imaginea să se miște. Astronomii numesc acest concept "vedere astronomică". Atmosfera este ceea ce face stelele să clipească.

Imaginea pe care o vedem cu ajutorul unui telescop este răsturnată dar acest lucru nu contează prea mult: în cosmos pozițiile de sus și jos sunt relative. Există accesorii care răstoarnă imaginea și o aranjează corect, dar acestea au ca efect o reducere ușoară a strălucirii. Montura este, de asemenea, un element important al unui telescop. O calitate redusă a monturii produce oscilația tubului telescopului de fiecare dată când este atins. Rezultatul este un dans al imaginii care, pe lângă disconfortul creat, determină și dificultăți în a observa detaliile. Este important ca montura să fie rigidă și stabilă.

Există două tipuri de monturi: azimutală și ecuatorială. Montura azimutală este cea mai simplă, dar este cea mai puțin utilă. Aceasta poate fi rotită la stânga și la dreapta în jurul axei sale verticale și în sus și în jos în jurul unei axe orizontale. Montura Dobsoniană este de tip azimutal și este ușor de transportat și utilizat. În montura ecuatorială există două axe înclinate, situate la 90 de grade una față de cealaltă. Una dintre ele, cea polară, trebuie să fie îndreptată spre polul de rotație al Pământului. Aceasta se rotește în ascensiune dreaptă. Cealaltă axă, axa ecuatorială, ne indică declinările. Aceasta este folosită de astronomii profesioniști și de mulți astronomi amatori. Astronomii pot include un motor la axa ecuatorială care compensează rotația Pământului. În caz contrar, mai ales în cazul unei mărimi mari, imaginea părește câmpul vizual într-un timp surprinzător de scurt.



Montură azimutală

Montură ecuatorială

Montură Dobsoniană

Fig.6: Diferite monturi pentru suporturi de telescop

Dacă aveți o montură ecuatorială, trebuie să o orientați astfel încât axa polară să fie aliniată cu polul nord (sau sud) al cerului. Acest lucru necesită timp, dar este necesar pentru ca motorul de urmărire ecuatorială, care servește la privirea obiectului, să nu se deplaseze în timp, lucru

esențial în fotografie. Dacă nu avem un motor, alinierea exactă este mai puțin importantă, dar va servi la menținerea obiectului în câmpul vizual prin deplasarea unei singure roți.

În fine, telescoapele computerizate, au o bază de date cu pozițiile corpurilor cerești și sunt dotate cu două motoare. Odată ce un astfel de telescop este așezat corect, el este mai ușor de folosit. Oricum, și acesta, pentru a fi fixat în poziție, trebuie aliniat cu trei stele cunoscute, iar începătorii sunt deseori derutați de această etapă.

## Mișcările cerului

În principiu, mișcările cerului pe care le observăm răspund la mișcările relative de rotație și translație ale Pământului. Această situație face ca noi să percepem cerul ca pe un ansamblu cu două mișcări de bază: zilnică și anuală.

Mișcarea diurnă este foarte importantă, este foarte rapidă și ne permite să percem mai greu mișcarea anuală, care este mult mai lentă. Pământul se rotește aproximativ  $360^\circ$  în 24 de ore; aceasta înseamnă  $15^\circ$  în fiecare oră. Această mișcare este foarte vizibilă, deși nu facem observații foarte atente. Mișcarea de translație (revoluție în jurul Soarelui) este de  $360^\circ$  la 365 de zile, ceea ce înseamnă aproximativ un grad în fiecare zi (puțin sub un grad pe zi).

Dacă ne imaginăm că nu ar exista rotație, am putea vedea pe cerul nopții, de la o zi la alta, aceeași stea la aceeași oră, în același loc, dar deplasată doar cu un grad (adică grosimea unui deget arătător cu brațul întins) față de ziua precedentă. Această observație nu poate fi făcută decât dacă luăm ca referință o antenă sau un stâlp care să ne permită să comparăm observațiile din două zile consecutive. Această mișcare este aproape neglijabilă dacă nu avem o referință și, prin urmare, nu este vizibilă cu ochiul liber, dar ceea ce observăm este că cerul unei zile din an arată complet diferit după trei luni sau șase luni. După trei luni, translația corespunde unui unghi de  $90^\circ$ , adică aproximativ unui sfert din cer, iar în jumătate de an corespunde unei jumătăți din cer, adică steaua apare în cealaltă parte a cerului, diametral opusă. Această mișcare a fost mascată noapte de noapte de mișcarea de rotație, dar chiar și așa știm cu toții că, privind cu ochiul liber, după trei luni, constelațiile cerului privite noaptea sunt foarte diferite.

## Activitatea 1: Umbrela bolții cerești

O simplă umbrelă ne poate permite să vizualizăm mișcările cerului explicate anterior. Umbrela deschisă normal, creează deasupra capului nostru o cupolă pe care putem desena constelațiile dorite. Vom folosi o umbrelă bărbătească (are suprafața mai mare) a bolții cerești de culoare neagră și pe ea vom desena cu împreună cu elevii cu vopsea albă (sau cu un corector).

În acest model nu vom desena toate constelațiile, ci doar câteva constelații și stelele mai importante din ea. Nu căutăm un rezultat frumos, ci dorim un model funcțional cu care să putem gândi.

Cel mai bine este să se pregătiți două umbrele, câte una pentru fiecare emisferă.

Fiecare umbrelă va servi pentru a afișa o emisferă. Punctul de intersecție dintre bastonul umbrelei și țesătura umbrelei este polul emisferei luate în considerare. Marginea materialului textil al umbrelei corespunde cu aproximație ecuatorului ceresc.



În emisfera nordică veți desena:

- În apropierea Polului Nord (aproape de mijlocul cupolei umbrelei) Carul Mare, Cassiopeea și Steaua Polară, care se află exact în locul în care bastonul umbrelei trece prin țesătură.
- În zona marginii exterioare a umbrelei se vor desena patru constelații, câte una pentru fiecare anotimp, cele mai comune și ușor de recunoscut fiind:
  - Primăvara: Leu
  - Vara: Cygnus
  - Toamna: Pegasus
  - Iarna: Orion

Cu siguranță puteți alege oricare altă constelație, dar trebuie să fie distribuite în mod echidistant, fiecare dintre ele fiind situată la aproximativ  $90^\circ$  față de cea precedentă.

În emisfera sudică veți reprezenta:

- În preajma Polului Sud (aproape de capătul bastonului umbrelei) se află Crucea Sudului, iar polul ceresc sudic este exact acolo la intersecția bastonului cu țesătura.
- În zona marginii exterioare a umbrelei veți desena patru constelații, câte una pentru fiecare anotimp, cele mai cunoscute fiind:
  - Primăvara: Acuaris
  - Vara: Orion
  - Toamna: Leu
  - Iarna: Scorpion.

Ideea este de a alege constelații mari și de obicei deasupra orizontului. Acest lucru depinde puțin de locul de observație, dar puteți adapta totul pentru cazul vostru particular.

Dacă orașul în care locuiți se află în zona ecuatorială, între  $20^\circ$  latitudine nordică și  $20^\circ$  latitudine sudică, este necesar să desenați ambele umbrele. Dacă vă aflați în emisfera nordică, în regiuni cu latitudinea cuprinsă între  $30^\circ$  și  $90^\circ$ , veți desena doar umbrela pentru această emisferă și la fel veți proceda dacă vă aflați în emisfera sudică.

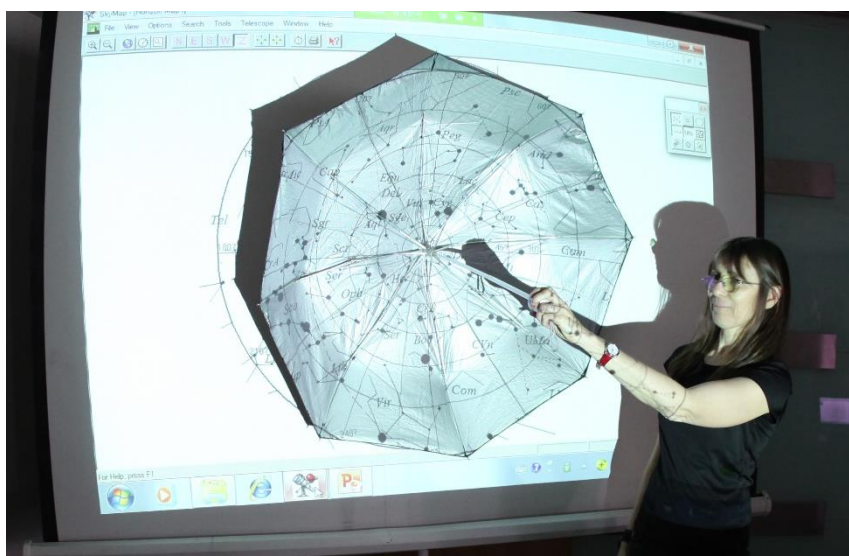


Fig.7: Proiectarea stelelor din emisfera nordică pe un ecran pentru a desena constelațiile dorite. Se recomandă realizarea modelului pe o umbrelă neagră; în fotografie am folosit una de altă culoare pentru a explica procesul.

Pentru a desena constelațiile cu vopsea albă este foarte convenabil să folosiți Stellarium sau un soft similar și să proiectați imaginea hărții stelare cu un proiector multimedia pe materialul textil al umbrelei, punând polul exact în punctul de intersecție al bastonului umbrelei cu țesătura. Veți proiecta emisfera corespunzătoare (figura 7). Odată finalizată fiecare umbrelă, o putem folosi cu elevii plasând-o deasupra capului lor (figura 8).



Fig. 8 Using the northern hemisphere's umbrella with students

Vom pune bastonul umbrelei înclinat în direcția polului emisferei corespunzătoare (ca axa de rotație a Pământului). Imaginați-vă că podeaua camerei este în dreptul la gâtul nostru, acesta ar fi orizontul, astfel încât o parte din țesătura umbrelei să se afle sub acest orizont. Atunci distingem două părți în acest orizont imaginar: partea care se află în apropierea polului, unde cerul observat pe tot parcursul anului este întotdeauna mai mult sau mai puțin același (atunci când privim zona de intersecție a țesăturii umbrelei cu bățul) și zona Ecuatorului, care rămâne mai sus deasupra orizontului, este partea cea mai interesantă, deoarece constelațiile se schimbă de-a lungul anului (figura 9).

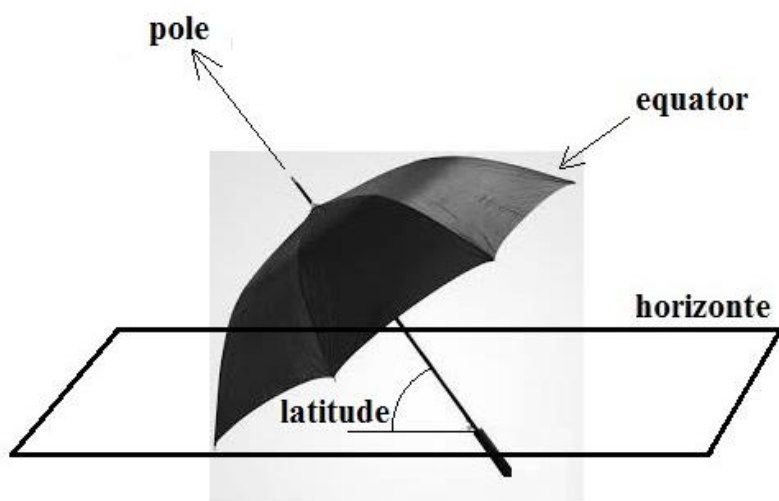


Fig.9: Bastonul umbrelei înclinat în direcția polului în funcție de latitudine. Ne imaginăm planul orizontului care acoperă o parte din umbrelă.

Trebuie să insistăm că modelul explică mișcarea de translație. Ne imaginăm că nu există rotație, ceva echivalent cu a observa cerul în fiecare zi cam la aceeași oră. De reținut, de asemenea, că în acest model simplificat, vizualizăm mișcarea cerului în mod discret din  $90^\circ$  în  $90^\circ$ , adică la fiecare 3 luni. Cum mișcarea cerului este continuă și zilnică, atunci când se menționează că o anumită constelație este vizibilă în timpul unui anotimp, trebuie să înțelegem că este vorba despre constelația pe care o vedem în centrul orizontului în lunile de mijloc ale anotimpului respectiv.

## CUM SE FOLOSEȘTE UMBRELA

Ne place să folosim umbrela pentru a înțelege mișcare de translație.

### Emisfera Nordică

Pentru a fixa ideile, să presupunem că ne aflăm într-un loc cu o latitudine nordică de  $40^\circ$ . Punem deasupra capetelor noastre umbrela emisferei nordice cu bastonul spre Polul Nord (încălinat cu  $40^\circ$  față de sol).

În emisfera nordică, Steaua Polară se află practic la Polul Nord. Este ușor de recunoscut constelația Carul Mare sau Cassiopeia. Pornind din Ursa Mare sau Carul Mare prelungiți distanța dintre cele mai îndepărtate două stele din coada constelației, considerând-o de 4 ori și localizați Steaua Polară. Folosind Cassiopeia, Polara se află la intersecția celor două bisectoare ale fiecărui V al literei W care reprezintă Cassiopeia.

### Orizontul Nordic

Ne uităm în zona Stelei Polare. Dacă introducem o rotație lentă, observăm constelațiile Carul Mare și Cassiopeia rotindu-se de-a lungul anului în jurul Polului Nord (figura 10).

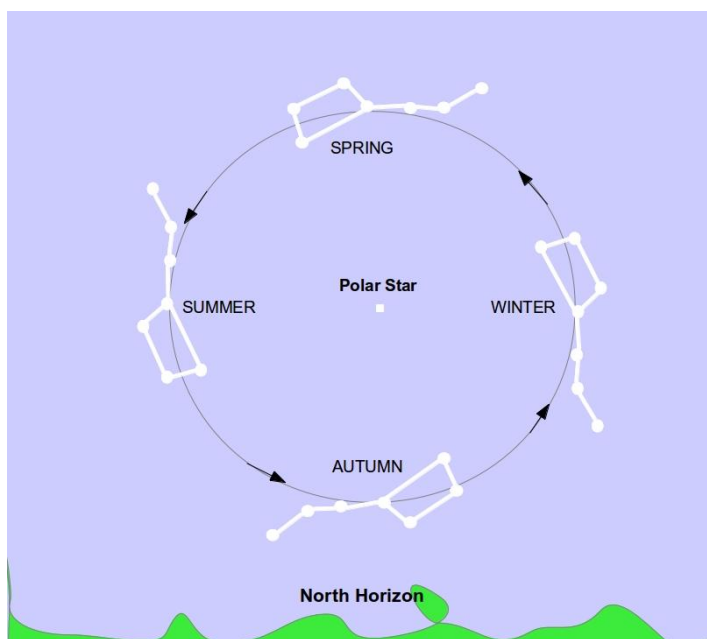


Fig. 10: Pozițiile relative ale Ursei Mari în jurul Polului Nord, de-a lungul anului (la aceeași oră)

Începem prin a plasa Carul Mare în partea de sus și Cassiopeia în cea de jos (ceea ce se întâmplă primăvara), întorcem mânerul umbrelei la  $90^\circ$  pentru a avea Carul Mare în stânga și Cassiopeia în dreapta (atunci avem situația din timpul verii). Din nou rotim mânerul cu  $90^\circ$  în aceeași direcție, atunci Carul Mare este în partea de jos și Cassiopeia în cea de sus (aceasta este poziția corespunzătoare toamnei) și, în cele din urmă, mai rotim mânerul cu  $90^\circ$ , lăsând Carul Mare în dreapta și Cassiopeia în stânga (ne aflăm în situația din timpul iernii). Dacă rotim în continuare umbrela cu  $90^\circ$ , reproducem situația inițială și începem cele patru anotimpuri ale unui nou an (figura 10).

Așa cum este descris în întregul proces, se înțelege că această zonă a cerului, care se numește Orizontul Nordic, este zona orizontului care corespunde Nordului, iar constelațiile pe care le vedem pe tot parcursul anului sunt întotdeauna aceleași, dar există mai multe variații.

### Orizontul Sudic

Acum luăm în considerare zona ecuatorială, zona de pe marginea materialului umbrelei. Constelațiile din această zonă a orizontului sudic variază în funcție de anotimp. Constelația centrală de primăvară este Leul, iar apoi plasăm umbrela cu Leul în partea cea mai înaltă a orizontului. Apoi rotim  $\frac{1}{4}$  de tură umbrela, sau  $90^\circ$  și avem deasupra orizontului sudic, constelația centrală a verii: Lebăda este cu Lira și Aquila triunghiul de vară. Cu încă  $\frac{1}{4}$  de rotație suntem în toamnă și constelația centrală va fi Marele Pătrat din Pegasus. Și dacă ne rotim încă  $90^\circ$  suntem în iarnă, și cerul orizontului va fi dominat de constelația Orion cu câinii săi.

### Emisfera Sudică

Luată în considerare, de exemplu, latitudinea de  $40^\circ$  Sud. Punem umbrela emisferei sudice cu bastonul înclinat spre Polul Sud la aproximativ  $40^\circ$  față de sol, deasupra capetelor noastre.

În emisfera sudică nu există o Stea Polară care să permită vizualizarea poziției Polului Sud. Constelația Crucea Sudului este utilizată pentru a marca poziția Polului Sud ceresc; pentru a găsi Polul Sud se extinde axa mare a crucii spre piciorul crucii de 4,5 ori. Constelația Crucea Sudului face o revoluție în jurul polului în 24 de ore. Poziția se modifică pe parcursul anului pentru aceeași perioadă de timp, așa cum vedeți în figura 11. Considerăm același moment a nopții pentru a evita rotația Pământului și a observa doar rotația cerului datorată translației.

### Orizontul Sudic

Priviți spre zona de intersecție dintre bastonul umbrelei și materialul umbrelei, unde se află Polul Sud. Rotiți încet mânerul și observați constelația Crucea Sudului ce se rotește în jurul Polului Sud pe tot parcursul anului. Începeți prin a plasa Crucea Sudului deasupra (ceea ce se întâmplă iarna), rotiți mânerul umbrelei cu  $90^\circ$  până când să aveți Crucea Sudului în dreapta (poziția de primăvară). Rotiți din nou cu  $90^\circ$  spre dreapta, Crucea Sudului ajunge în partea de jos (aceasta este poziția corespunzătoare verii) și, în cele din urmă, mai rotiți cu  $90^\circ$ , Crucea Sudului va fi în stânga polului Sud (cum este toamna). Dacă mai rotiți mânerul umbrelei cu  $90^\circ$ , reproduceți situația inițială și începeți din nou cele patru anotimpuri ale unui an (figura 11).

În urma procesului descris se înțelege că în acea zonă a cerului, numită Orizontul Sudic (zona orizontului care corespunde punctului cardinal Sud), constelațiile pe care le vedem pe tot parcursul anului sunt întotdeauna aceleași, dar există mai multe variații.

### Orizontul Nordic

Ne uităm spre marginea țesăturii umbrelei în zona ecuatorială, adică spre orizontul nordic. Această zonă este cea în care constelațiile variază mai mult. Cele care sunt vizibile vara, nu sunt vizibile iarna. Zeus, regele zeilor din mitologia greacă, a pus pe cer pe uriașul Orion după ce acesta a murit din cauza mușcăturii unui scorpion. De asemenea, Zeus a pus această constelație pe cer diametral opusă lui Scorpion, astfel încât acesta să nu-l poată ataca din nou pe Orion.

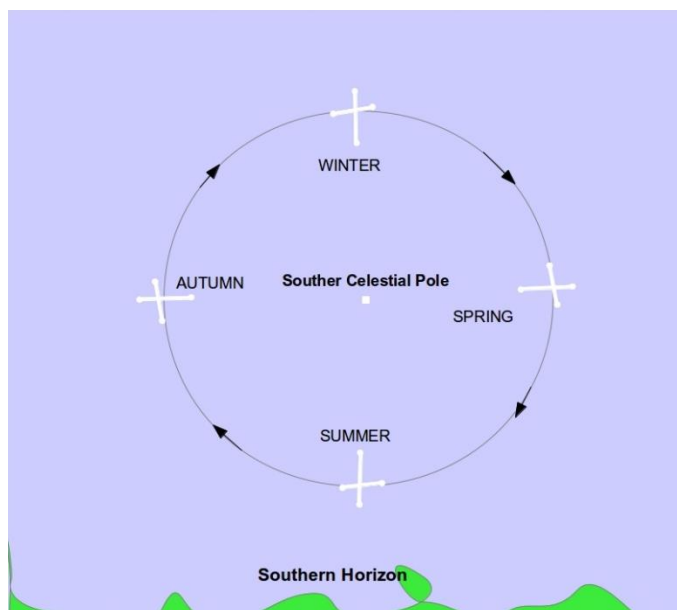


Fig. 11: Pozițiile relative ale Crucii Sudului în jurul Polului Sud pe parcursul anului (observate la aceeași oră).

Constelația centrală în timpul primăverii este Aquarius. Rotim umbrela cu  $90^\circ$ , adică după trei luni și avem Orion cu câinii săi la orizontul nordic, care este constelația centrală a verii. Cu încă  $\frac{1}{4}$  din rotația totală suntem în toamnă, iar constelația centrală este Leu. Dacă rotim umbrela cu încă  $90^\circ$  este iarnă și avem pe cerul orizontului frumoasa constelație Scorpion.

### Concluzii pentru ambele emisfere

Urmând schema prezentată anterior în ambele emisfere pentru cele două orizonturi, putem înțelege "s-ul pe cerul nopții" datorat mișcării de translație.

Dacă dorim să includem în activitate și cealaltă mișcare de rotație, trebuie să avem în vedere că pe lângă mișcarea anuală descrisă există și o mișcare zilnică datorată rotației Pământului în jurul axei sale. Într-o zi, atât Carul Mare cât și Crucea Sudului fac câte un tur complet în jurul polului Nord, respectiv polului Sud.

Pentru a nu suprapune rezultatul celor două mișcări de rotație și de revoluție, am simplificat activitatea imaginându-ne că efectuăm întotdeauna observația în același timp, deci este ca și cum rotația Pământului în jurul axei sale n-ar exista.

## Cerul întunecat și poluarea luminoasă

Pentru a observa stelele avem nevoie de un cer întunecat. Dar acest lucru este posibil numai dacă ne deplasăm departe, în afara localităților. Oamenii au uitat de cerul înstelat deoarece nu-l mai pot vedea. Această problemă apare deoarece cele mai multe surse de iluminat public produc mari cantități de energie, care se pierde prin iluminarea cerului, ceea ce nu este necesar.

Poluarea luminoasă este o formă de poluare a mediului înconjurător mai puțin cunoscută decât majoritatea celorlalte tipuri de poluare. Ea afectează vizibilitatea cerului nopții și, de asemenea, alterează echilibrul ecosistemului și afectează sănătatea oamenilor deoarece destabilizează ceasurile biologice, care sunt acordate cu perioadele naturale de lumină și întuneric. Este important ca elevii să învețe să recunoască această poluare luminoasă, să-i prevină pe cei din jur în legătură cu consecințele acesteia și să caute și să găsească soluții pentru scăderea ei.

Există trei tipuri de poluare luminoasă:

**A Iluminarea difuză** este un fenomen care are loc, în general, datorită iluminatului public orientat înspre exterior. Acest fenomen este evident când călătorim în timpul nopții și ne apropiem de un oraș. În această situație vom vedea o lumină deasupra orașului. Lumina produsă de această împrăștiere este pierdută, este cheltuită pentru a ilumina cerul, lucru care nu este necesar și, de aceea, nu numai că lumina afectează vederea stelelor, dar se face și o risipă de energie în mod inutil. Acest tip de contaminare este redus prin alegerea cu grijă a tipurilor de becuri și a modului în care sunt poziționate acestea.

**B Intruziunea:** lumina exterioară este proiectată în toate direcțiile și o parte din aceasta intră, chiar fără să vrem, în locuințele noastre. Dacă lumina este proiectată în camere, va trebui să o blocăm cu ajutorul perdelelor sau draperiilor.

**C Strălucirea orbitoare:** Acest tip de poluare este legat de luminile autovehiculelor și chiar de iluminatul exterior în orașe sau case. Acest tip este evident în locurile în pantă, deoarece strălucirea orbitoare are loc atunci când vedem brusc, neașteptat, o sursă de lumină, de exemplu un reflector.

Este posibil ca, folosind diferite programe de pe Internet, să compilăm o serie de activități practice pentru a aborda acest aspect, în acest caz sugerăm numai acele activități care sunt interactive și pot fi ușor de organizat în orice context.

## Activitatea 2: Poluarea luminoasă

Obiectivele acestei activități sunt de a ilustra efectul poluant al luminii neprotejate, recunoscând efectul nedorit din punct de vedere astronomic, de a alege un sistem protejat pentru a controla poluarea luminoasă și de a evidenția posibilitatea de a îmbunătăți vederea stelelor, în contextual în care să putem ilumina locurile în care dorim mai multă lumină.

Pentru a realiza această experiență, avem nevoie de o cutie de carton cu anumite dimensiuni care să permită elevilor să privească în interior. Mai întâi desenați constelația pe care ați selectat-o (în exemplul nostru Orion) și marcați mai întâi stelele prin puncte; apoi în aceste puncte faceți mici găuri în funcție de diametrul fiecărei stele și de magnitudinea stelară (figurile 12a și 12b). Constelația reprezentată pe exteriorul cutiei ar trebui să fie imaginea în oglindă a constelației, astfel încât atunci când privim din interiorul cutiei să o vedem așa cum apare ea pe cer.

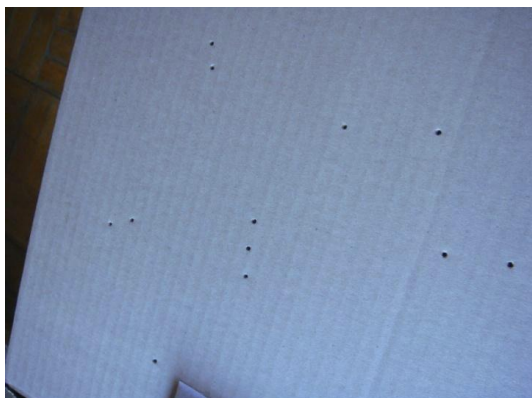


Fig. 12a și Fig. 12b: Cutia de carton având desenată constelația Orion pe una din laturi (în oglindă)

În interior cutia trebuie vopsită în negru astfel încât, dacă se privește direct în interior, constelația va apărea așa cum este ilustrat în figura 13. "Stelele" sau punctele prin care acestea sunt reprezentate vor fi iluminate prin introducerea unei surse de lumină în cutie.

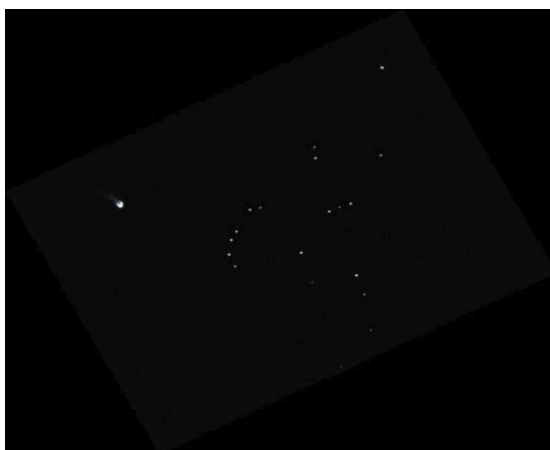


Fig. 8: Imaginea constelației Orion privită din interiorul cutiei. Fiecare gaură reprezintă o stea

Pregătiți două mingi de tenis de masă și realizați un orificiu care ne va permite să fixăm o lanternă. Una dintre mingi este lăsată neschimbată, iar cealaltă este colorată pe partea superioară cu vopsea de orice culoare, aceasta reprezentând așa-numitul "paravan", care împiedică proiectarea în sus a luminii (figurile 14a și 14b).



Pentru a realiza experimentul este nevoie să se folosească o lanternă de la care se îndepărtează capacul protector astfel încât becul electric să rămână liber, ca în figurile 15a și 15b. Mingea de tenis de masă se introduce în lanternă.



Fig.14a: Mingea de tenis de masă fără paravan



Fig.14b: Mingea de tenis de masă cu o misferă vopsită



Fig.15a: Se îndepărtează capacul protector al lanternei



Fig. 15b: Lanterna cu mingea de tenis de masă simulând un corp de iluminat stradal



Fig. 16a: Corpul de iluminat fără paravan



Fig. 16a: Corpul de iluminat fără paravan



Experimentul se realizează în doi pași. Stingeți luminile pe durata primei părți a experimentului. Ambele modele sunt testate cu aceeași lanternă pentru a evita variațiile în intensitatea luminii. Proiectăm lumina corpului de iluminat fără paravan (fig. 16a) cât și a corpului de iluminat cu paravan (fig. 11b), astfel încât lumina să cadă pe o suprafață netedă aflată în apropiere, de exemplu pe un perete sau pe o bucată de carton.

A doua parte a experimentului. Priviți ce se întâmplă în interiorul cutiei. În figurile 17a și 17b este prezentată situația pentru ambele cazuri, pentru corpul de iluminat cu paravan și respectiv pentru corpul de iluminat fără paravan. Dacă participanții nu au posibilitatea să privească în interiorul sscutiei, atunci se poate utiliza un aparat de fotografiat digital pentru a fotografia ce se întâmplă în interiorul cutiei. Luminile externe din camera în care se desfășoară experimental trebuie să fie aprinse.

Veți observa foarte clar ce se întâmplă. În prima situație, în cazul iluminării în exterior putem vedea modul în care sistemul folosit controlează poluarea luminoasă: emisia spre cer este mult redusă.

În a doua situație, când se folosesc ambele tipuri de corpuri de iluminat în interiorul cutiei, se simulează în primul rând situația unei nopți în care se folosesc pentru iluminat lămpi fără paravan și care trimit spre cer lumină suplimentară, numită strălucire orbitoare și care împiedică vederea/observarea stelelor. În cazul aparatului de fotografiat digital, folosind expunerea automată, se observă că nu se poate nici măcar focaliza corespunzător spre stele. Dimpotrivă, pentru a doua situație, cu lanterna adaptată pentru a controla poluarea luminoasă, este clar că acest dispozitiv permite cerului să fie mult mai întunecat, iar aparatul de fotografiat poate înregistra clar constelația Orion

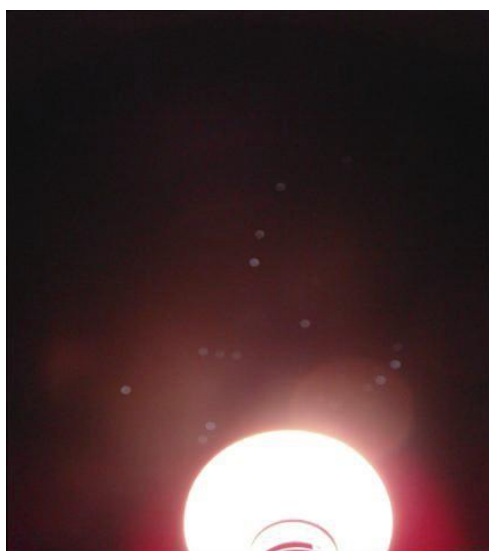


Fig. 12a: Modul în care apare cerul de noapte cu lanterna fără paravan



Fig. 12b: Modul în care apare cerul de noapte cu lanterna cu paravan

## ANEXĂ: Instrucțiuni pentru Stellarium 0.10.6.1

Fixarea sau nu a barei de instrumente (aducerea cursorului în colțul din stânga jos)		Figurile constelațiilor	
Localizare. Se pot folosi orașe, coordonatele sau faceți click pe hartă		Grila ecuatorială	
Afișarea datei și timpului pe cer		Grila azimut + orizont	
Fixarea imaginii cerului. La deschidere sunt patru meniuri explicate mai jos		Nivelul solului/Orizont	
Numărul de stele, planete și prezentarea sau nu a atmosferei		Arată punctele cardinale	
Liniile de coordonate pe cer, constelațiile...		Atmosfera	
Tipul de proiecție al cerului. Recomandăm grafica stereo sau ortografică		Nebuloase și nume	
Arată peisajul, solul, ceața.		Numele planetelor	
Numele și schița constelațiilor și stelelor în diferite culturi. Cele mai cunoscute sunt cele vestice.		Montură ecuatorială/ azimutală	
Căutarea unui obiect (ex.: Saturn, M13, NGC 4123, Altair)		Centrare pe obiectul selectat	
Fixarea limbii și informații asupra obiectelor de pe ecran		Modul de noapte	
Ajutor (shortcut keys, etc.).		Ecran întreg/ fereastră	
Curgerea normală a timpului		Ocular (ca și cum obiectul se vede printr-un telescop)	
Accelerarea curgerii timpului		Arată sateliții pe orbite	
Incetinirea timpului		Deplasare pe imagine	
Revenire la timpul curent		ZOOM +	<b>Repág</b>
Liniile constelațiilor		ZOOM –	<b>Avpág</b>
Numele constelațiilor		Definește planeta selectată ca planetă de unde să observi. Pentru a reveni pe Pământ, caută Pământul și apoi fă click pe comanda Ctrl G	<b>CTRL G</b>
		Părăsire/ omiterea traiectoriilor planetelor	<b>May+T</b>
		Captură de ecran	<b>CTRL S ó</b> <i>PrintScreen</i>
		Ieșire din program	 <b>CTRLQ</b>

## Bibliografie

- Álvarez, C., y otros, *Guia Libreciencia Taller Abril*, Argentina 2018,
- Anderson, M., *Habitable Exoplanets: Red Dwarf Systems Like TRAPPIST-1*, 2018
- Goldsmith, D., *Exoplanets: Hidden Worlds and the Quest for Extraterrestrial Life*, Harvard University Press, 2018
- Prieto, J., Orozco, P., *Estudios de Astrobiología*, Actas Ciencia en Acción , Viladecans, 2018
- Summers M, Trefil,J., *Exoplanets: Diamond Worlds, Super Earths, Pulsar Planets, and the New Search for Life beyond Our Solar System* , Smithsonian Books; 2018
- Tasker, E. *The Planet Factory: Exoplanets and the Search for a Second Earth*, Bloomsbury Sigma, 2017