

# Orizontul local și ceasurile solare

**Rosa M. Ros**

Uniunea Astronomică Internațională, Universitatea Tehnică din Catalonia  
(Barcelona, Spania)

## Sumar

Studiul orizontului este esențial pentru a facilita primele observații ale elevilor, observații care pot fi efectuate, de exemplu, într-un centru de educațional. Prezentăm un model simplu care poate fi realizat în fiecare centru educațional și care permite, mai ușor, studiul și înțelegerea primelor elemente elementare de astronomie. Modelul este prezentat, de asemenea, ca un model simplu al unui ceas ecuatorial de la care se pot dezvolta ulterior alte modele (orizontal și vertical).

## Obiective

- Înțelegerea mișcării diurne și anuale ale Soarelui.
- Înțelegerea mișcării pe bolta cerească.
- Înțelegerea modului de construcție a unui ceas solar elementar.

## Pământul are o mișcare de rotație și una de revoluție

După cum este bine cunoscut, Pământul se rotește în jurul axei sale, această mișcare având ca rezultat succesiunea zi - noapte. Axa de rotație este ceea ce astronomii din antichitate numeau axa Pământului, deoarece se părea că cerul se mișcă în jurul acestei axe (cerul de zi și cerul de noapte). Dar Pământul are o mișcare de revoluție pe o elipsă având Soarele în unul dintre focare. Ca primă aproximație, putem presupune că Soarele are o mișcare circulară (deoarece excentricitatea elipsei este aproape zero, adică orbita este aproape un cerc).

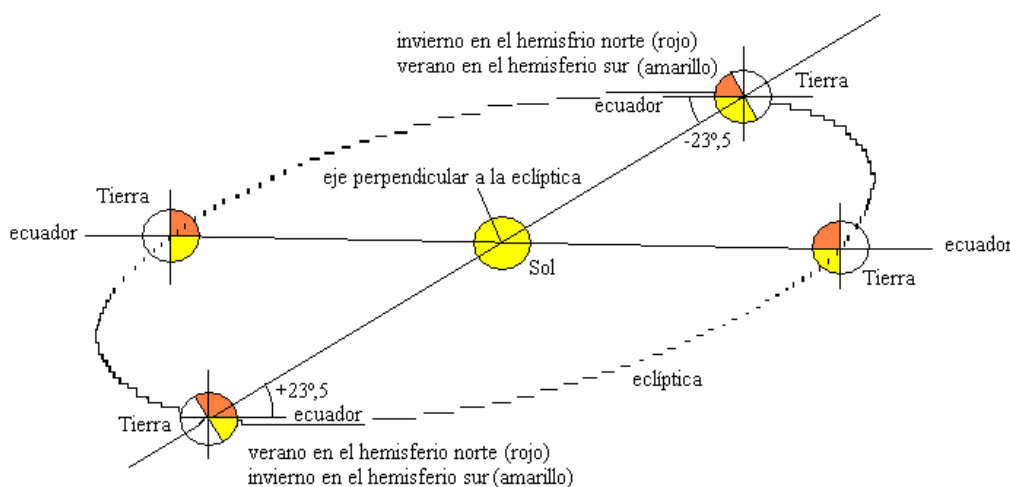


Fig. 1: Schema mișcării de revoluție a Pământului. Unghiul dintre ecuatorul terestru și planul ecliptic este de  $23,5^\circ$ . Unghiul dintre axa de rotație terestră și axa perpendiculară pe planul ecliptic este, de asemenea, de  $23,5^\circ$ .

Pământul are nevoie de un an pentru a parcurge complet orbita în jurul Soarelui dar această mișcare nu are loc într-un plan (planul eclipticii) care nu este perpendicular pe axa terestră de rotație, ci este înclinat. Unghiul dintre axa de rotație terestră și axa perpendiculară pe ecliptică este de  $23,5^\circ$ . Similar, unghiul dintre planul ecuatorului terestru și planul eclipticei este de  $23,5^\circ$  (figura 1). Această înclinație este cauza succesiunii anotimpurilor. Pentru a vizualiza acest fenomen vom construi un mic model (figura 2).

Ilustrăm acest efect cu ajutorul a patru sfere și a unui bec care reprezintă Soarele și care este plasat în centru. Este bine să se deseneze suprafața terestră pentru a distinge ecuatorul și polii. Apoi, alegem câteva valori pentru distanțele relative la dimensiunea sferei care reprezintă modelele pentru Pământ. În cazul nostru, folosim modele cu diametrul de 8 cm. Vom lua apoi o bucată pătrată de carton sau de hârtie cu diagonala de cca. 25 cm. Vom așeza cele patru sfere în colțurile foii (fiecare în fața celuilalt, figura 2) ridicându-le cu ajutorul a 4 bețișoare de 3, 15, 25 și 15 cm înălțime. Valorile sunt calculate astfel încât înclinația planului ecuatorial față de planul eclipticei este să fie de cca  $23^\circ$ .

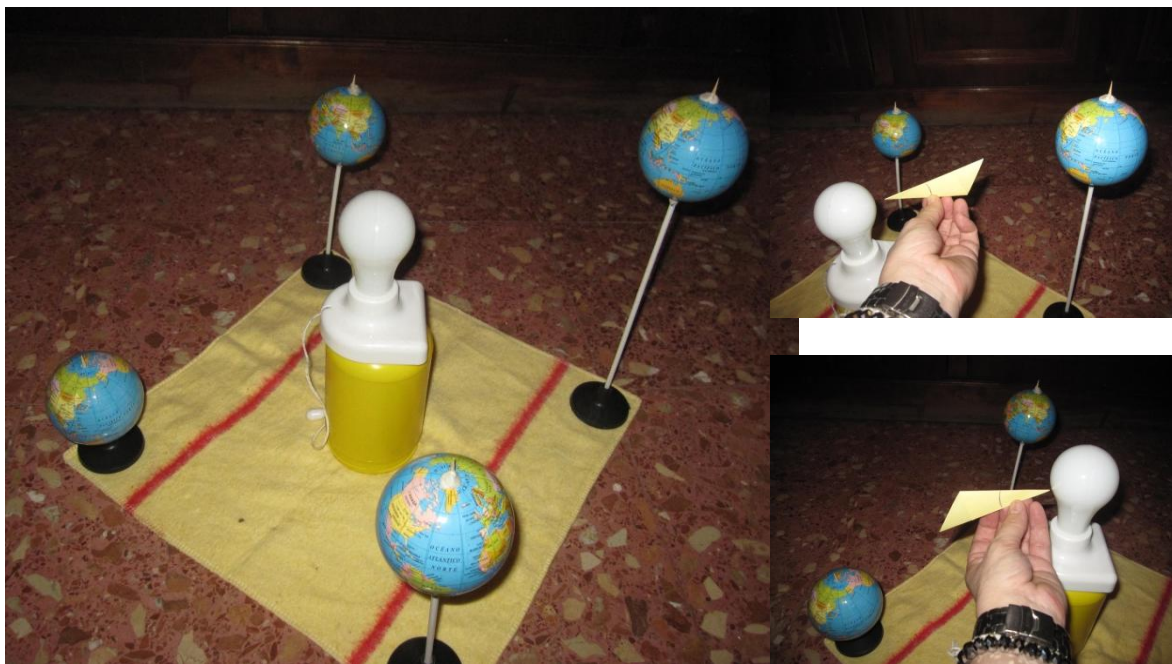


Fig. 2a, 2b și 2c: Distribuția celor patru sfere care reprezintă Pământul și a becului din mijloc care reprezintă Soarele. Este necesar ca pozițiile relative să fie distribuite astfel încât unghiul liniei din centrul Soarelui spre centrul Pământului este de  $23^\circ$  față de sol care reprezintă planul ecuatorial.

Vom așeza modelul într-o cameră întunecată și vom aprinde becul (becul poate fi înlocuit și cu o lumânare, dar în fiecare caz trebuie să fim atenți la înălțimea relativă care este importantă). Este evident faptul că sfera din poziția A primește mai multă lumină în emisfera nordică decât cea din poziția C (figura 3), în timp ce suprafața iluminată a emisferei sudice este mai mare în C decât în A. În pozițiile B și D, ambele emisfere sunt iluminate în mod egal; aceste poziții corespund echinocțiilor de primăvară și de toamnă. În momentele în care este o mai mare iluminare spunem că este vară și când este o mai mică iluminare că este iarnă. Deducem că atunci când Pământul este în poziția A, atunci este vară în emisfera nordică și iarnă în emisfera sudică.

Atunci când Pământul este în poziția C, este iarnă în emisfera nordică și vară în emisfera sudică.



Fig. 3: Modelul mișcării de revoluție care explică anotimpurile. Atunci când Pământul este în poziția A este vară în emisfera nordică și iarnă în emisfera sudică. Atunci când Pământul este în poziția C este iarnă în emisfera nordică și vară în emisfera sudică. Atunci când Pământul este în pozițiile B și D, emisferele sunt egal iluminate și au loc echinocțiile. În aceste momente durata zilei și durata nopții sunt egale.

Acest model oferă numeroase oportunități pentru studiu deoarece, dacă ne imaginăm că o persoană trăiește într-o emisferă, vom vedea că ea vede Soarele la diferite înălțimi în funcție de anotimp. Ne imaginăm, de exemplu, că avem o persoană în emisfera nordică în momentul în care suntem în poziția A; această persoană vede Soarele deasupra planului ecuatorial la  $23,5^\circ$  (figura 4a). Dacă ea este în emisfera nordică dar în poziția C, vede Soarele sub ecuator la  $-23,5^\circ$  (figura 4b). Când ea este în pozițiile B și D, vede Soarele exact la ecuator, adică la  $0^\circ$  deasupra ecuatorului. Nu este ușor să ne imaginăm cum ar funcționa un astfel de model și de aceea vom construi un model mai realist, în care observatorul este legat de Pământ și nu are opțiunea de a vedea schema din exteriorul orbitei terestre. Vom construi un model relativ la orizontul local al observatorului, UN MODEL OBSERVAȚIONAL.



Fig. 4a: În poziția A este vară în emisfera nordică și Soarele este la  $23,5^\circ$  deasupra ecuatorului. În emisfera sudică este iarnă.



Fig. 4b: În poziția C este iarnă în emisfera nordică și Soarele este la  $23,5^\circ$  sub ecuator. În emisfera sudică este vară.

## Observarea

Profesorii având diferite specializări inițiale din domeniul științific (mecanică, electricitate, chimie, biologie etc.) tind să spună că nu este posibil să lucreze corect într-un centru științific pentru învățământul secundar în absența unui laborator. În acest sens, profesorii care predau astronomia tind să fie fericiți deoarece ei au întotdeauna un laborator astronomic. Toate institutele și școlile au un loc în care elevii se joacă: curtea școlii sau terenul de sport. Dar acestea nu sunt numai spații destinate jocului, ci pot fi și ele laboratoare astronomice: un loc care oferă posibilitatea de a realiza activități astronomice practice. Dacă avem un laborator în fiecare școală sau institut, este bine să le utilizăm!



Fig. 5: Reprezentarea clasică a sferei cerești

O problemă care apare când un elev utilizează curtea școlii pentru a participa la activități practice astronomice constă în lipsa conexiunilor între explicațiile profesorului referitoare la sfera cerească în clasă și în afara acesteia.

Când un profesor predă lecții despre meridiane și paralele sau despre coordonatele poziției pe tablă în texte sau în modele, el prezintă figuri similare celor din figura 5. Acest lucru nu este foarte dificil și elevii par să le înțeleagă fără nici o problemă. Figurile pe care elevii le au în fața ochilor sunt analoage celor pe care ei înșiși le-au utilizat în studiul geografiei (figura 6).

Problemele încep atunci când privim cerul și nu vedem nici o linie. Este imposibil să vedem axa de rotație și, într-adevăr, nu este ușor de găsit repere pe cer. Acum principala problemă este faptul că elevul se află în interiorul sferei cerești în timp ce este în clasă dar profesorul/textul manualului a prezentat toate informațiile văzând cerul din exteriorul sferei cerești. De aceea nu este simplu de înțeles noua situație de a te afla în interiorul sferei (figura 7).

Evident, după o astfel de experiență ne-am putea gândi cum să ne schimbăm prezentările pe care le folosim la clasă. Este posibil să elaborăm prezentări din perspectiva unui punct de vedere aflat în interiorul sferei. Această abordare este mult mai apropiată de situația reală a unui observator, dar nu este interesant să oferim numai acest fel de prezentare. Elevii trebuie să fie capabili să citească orice carte de astronomie și să înțeleagă reprezentarea abstractă, corespunzătoare observării exterioare a sferei cerești, reprezentare care este o situație normală în literatura științifică de specialitate. În aceste circumstanțe, este posibil să ne gândim să elaborăm, pentru elevi, un model care să le permită acestora să compare ambele puncte de vedere și care “să facă liniile de pe cer mai vizibile” și să asigure elevilor o mai bună înțelegere a orizontului.

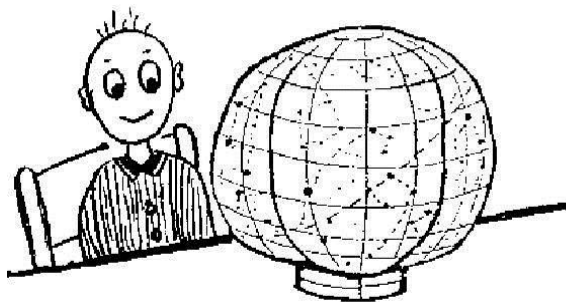


Fig. 6: Sfera cerească văzută din exterior.

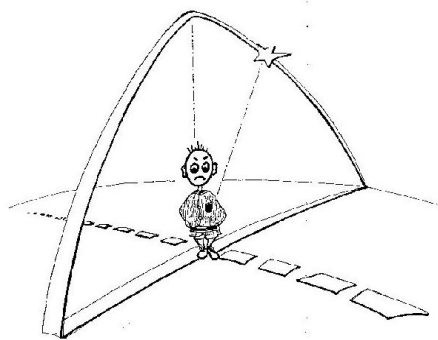


Fig. 7: Sfera cerească văzută din interior.

## Modelul local al orizontului

Începem prin a lua o fotografie a orizontului. Este foarte ușor să realizăm fotografii ale orizontului cu ajutorul unui aparat de fotografiat și a unui trepied poziționându-ne în orice loc din curtea școlii – în cazul în care clădirile din jur ne permit acest lucru – sau din orice balcon din care avem o vedere mai clară a orizontului. (Vom marca pe pământ poziția trepiedului cu ajutorul cretei sau cu vopsea). Este foarte important să alegem un loc bun deoarece ideea este de a situa modelul în acel loc pentru fiecare observație. Atunci când facem fotografia este necesar ca zona aleasă să permită schimbarea poziției în cerc astfel încât să putem alătura toate fotografiile în ordine pentru a obține orizontul ca un șir continuu de fotografii.



Fig. 8: Orizontul local.

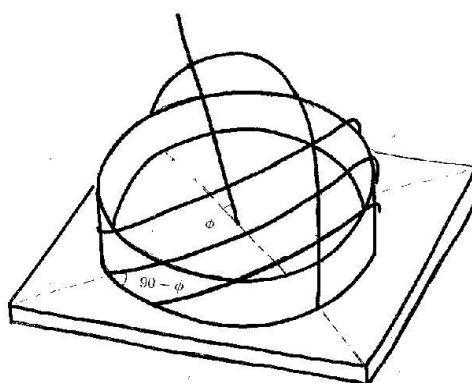


Fig. 9: Model care prezintă orizontul și axa polară.

Când avem toate fotografiile le putem lipi între ele. Așezăm o imagine alături de următoarea în mod continuu, apoi realizăm un cilindru care va fi fixat pe o placă pătrată din lemn, placă pe care o așezăm în același loc din care am realizat fotografiile (figura 9). Este foarte important să poziționăm toate fotografiile conform orizontului real.

Ulterior, introducem axa terestră de rotație. Luând valoarea latitudinii locului putem introduce un fir care să aibă înclinația corespunzătoare (latitudine) de pe model (figura 9).

Cu această valoare, este posibil să fixăm axa de rotație a modelului. Deoarece modelul este orientat conform orizontului local, elongația firului este utilizată pentru a vedea axa reală, pentru a localiza Polul Sud și, de asemenea, pentru a imagina poziția punctului cardinal sud (figura 10). Bineînțeles introducerea punctului cardinal nord și a Polului Nord rezultă ușor. Ulterior, putem trasa pe model o linie dreaptă corespunzătoare liniei nord-sud și putem realiza același lucru și în curte sau pe balconul de unde am realizat fotografiile (folosind procesul normal de determinare a liniei drepte nord-sud). Acest lucru este foarte important deoarece, de fiecare dată când folosim acest model, va trebui să-l orientăm și este deosebit de util să avem această linie dreaptă reală nord-sud care să ne ușureze munca. (Putem verifica această direcție cu ajutorul unei busole).

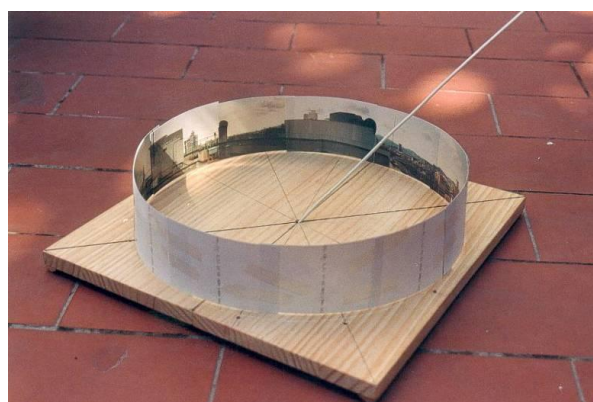


Fig. 10: Modelul cu inelul orizontului și axa polară

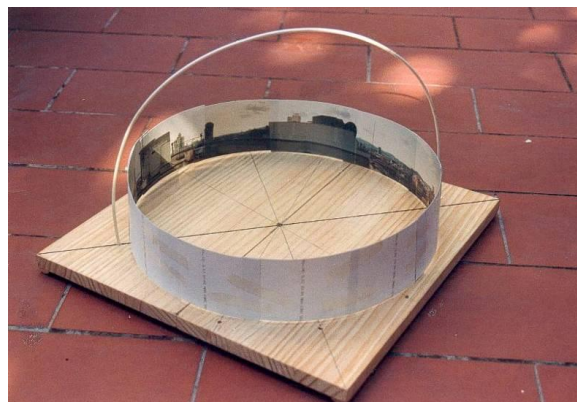


Fig. 11: Modelul cu meridianul locului

Pasul următor constă în localizarea meridianului local. Meridianul local este foarte ușor de definit dar nu este un concept simplu de asimilat de elevi (poate pentru că fiecare are propriul său meridian). Putem fixa un fir care trece prin punctele cardinale nord și sud și prin axa de rotație a

Pământului (figura 11). Acest fir este vizualizarea localizării meridianului corespunzător poziției modelului și care ne permite să ne imaginăm linia meridianului locului pe cer. Acum este foarte ușor să ne imaginăm, deoarece acesta începe în aceleași locuri cu acelea pe care elevul le vede în model. Meridianul locului începe în aceeași clădire ca pe fotografie dar pe orizontul real. Când meridianul trece deasupra capului său, el se va termina pe aceeași clădire pe care o vedem, grație firului din orizontul fotografiilor.

Procesul de introducere a ecuatorului este mai complicat. O posibilitate constă în linia est-vest. Această soluție este foarte simplă dar nu are nici o valoare din punct de vedere pedagogic. Pentru scopuri educaționale, este mai convenabil să utilizăm din nou fotografia. Putem fixa aparatul de fotografiat pe un trepied în aceeași poziție ca atunci când am realizat primele fotografii ale orizontului. (Din acest motiv am desenat poziția anterioară pe sol; astfel putem fixa trepiedul din nou în același loc). Cu aparatul de fotografiat fixat pe trepied realizăm fotografii ale răsăritului și apusului de soare în prima zi de primăvară, respectiv în prima zi de toamnă. În acest caz, vom avea două fotografii ale poziției precise a punctelor cardinale est și respectiv vest raportate la orizontul din fotografii și evident deasupra orizontului real.

Vom simula ecuatorul cu ajutorul unui fir perpendicular pe axa terestră de rotație; acesta este fixat la punctele cardinale est și vest (în planul orizontal care este perpendicular pe linia nord-sud). Oricum, nu este ușor să fixăm acest fir de firul care simbolizează axa de rotație, deoarece aceasta este înclinată și, evident, este înclinată de asemenea și față de ecuator. Aceasta ridică problema care este înclinația pe care să o folosim. Vom lua în considerare patru sau cinci imagini ale răsăritului de soare în prima zi de primăvară sau de vară. Fotografierea Soarelui este periculoasă atunci când Soarele este suficient de sus pe cer dar este sigură pe durata răsăritului sau apusului de soare atunci când atmosfera Pământului acționează ca un filtru. Vom utiliza toate fotografiile și vom utiliza un software adecvat pentru a le pune împreună (folosind unele reperi de pe orizont) și vom putea distinge înclinația Soarelui însuși la orizont. Această imagine va servi pentru a introduce panta corectă pentru firul care reprezintă pe model ecuatorul (figura 13). Folosind cele două fotografii ale punctelor cardinale est și vest este posibil să aflăm înclinația traiectoriilor stelelor la ecuator și să poziționăm astfel firul care simbolizează ecuatorul. Cunoaștem acum punctele fixe și de asemenea înclinația și astfel firul poate fi fixat pe cadru și de asemenea poate să reprezinte meridianul locului (figura 13).

Dacă vom considera Soarele ca o stea obișnuită (Soarele este pentru noi cea mai importantă stea, deoarece este cea mai apropiată, dar comportamentul său nu este foarte diferit față de al altor stele), putem obține mișcarea înclinată a stelelor când acestea răsar sau apun față de orizont. Pentru a această trebuie doar să realizăm două imagini ale acestui moment în apropierea punctelor cardinale est și vest (figura 14).

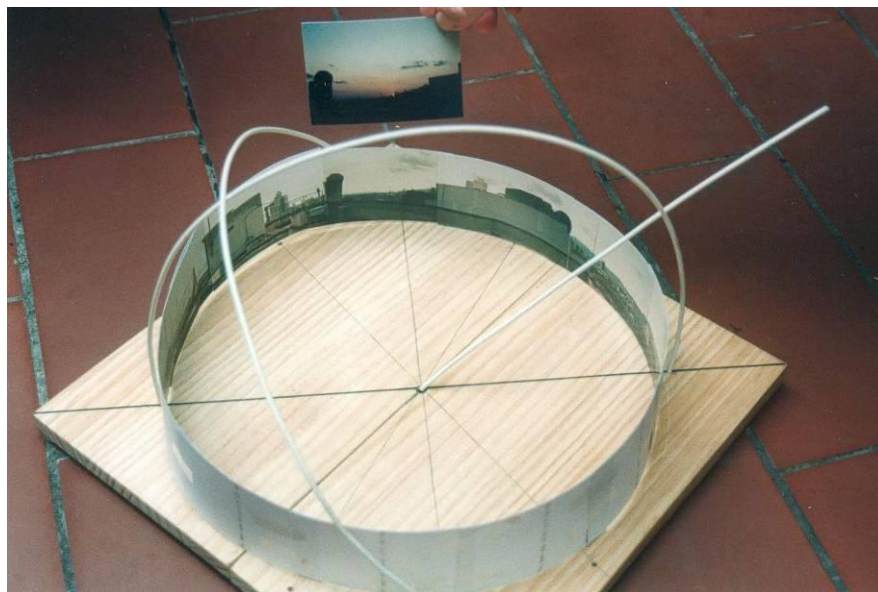


Fig. 12: Apusul soarelui indică ziua echinocțiului de primăvară sau de toamnă.

S-ar putea să fie imposibil să realizăm fotografiile menționate în paragraful anterior în localitatea în care se află școala. Este necesar să ieșim în câmp liber, într-un loc care să nu fie afectat de poluarea luminoasă și să realizăm fotografiile cu un aparat de fotografiat cu lentile reflex pe un trepied cu eliberare prin cablu. Este suficient un interval de timp de 10 minute de expunere. Este foarte important să așezăm aparatul de fotografiat paralel cu orizontul (putem folosi un indicator de nivel pentru această operație).



Fig. 13: Traiectoria răsăritului de soare.

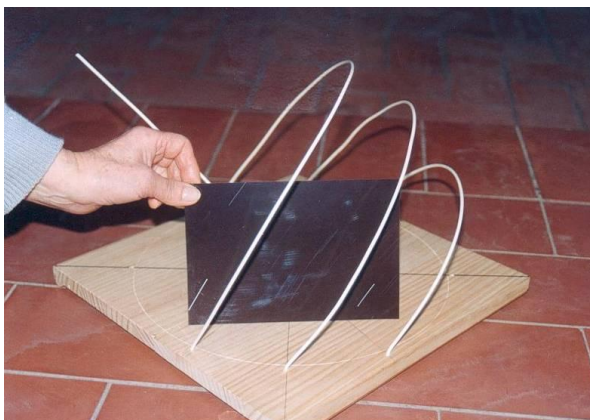


Fig. 14: Traiectorii ale stelelor la est.

Folosiți această oportunitate pentru a realiza un mic portofoliu cu fotografii. De exemplu, se poate realiza o fotografie a zonei polare utilizând un timp de expunere de 15 minute, o altă fotografie a zonei de deasupra de-a lungul meridianului local, o altă fotografie urmând același meridian și așa mai departe, până când obțineți o imagine care este pe orizont. Ideea este de a fotografia tot meridianul local de la nord la sud, trecând pe deasupra capetelor noastre. Desigur, meridianul locului în care am decis să facem fotografiile nu este același cu cel de la școală dar elevii pot înțelege ușor această mică diferență.



Atunci când avem toate imaginile, putem să construim o panglică reprezentând meridianul. Cu ajutorul acestei panglici elevii pot înțelege mai bine mișcarea sferei cerești în jurul axei de rotație a Pământului. Interesant, cu aceiași timpi de expunere, traiectoriile trasate de stele își schimbă lungimea. Aceasta este minimă în jurul polului și maximă la ecuator și, de asemenea, își schimbă forma. La ecuator traiectoria are forma unei linii drepte. În zona situată în apropierea polului, liniile sunt curbe concave deasupra ecuatorului și sunt curbe convexe sub ecuator. Dacă realizăm copii ale imaginilor, suficient de mari, pe hârtie putem să punem panglica cu imagini pe deasupra elevilor permițându-le acestora să vizualizeze și să înțeleagă mai bine mișcarea.

Folosind cele două fotografii ale punctelor cardinale est și vest este posibil să aflăm înclinația traiectoriilor stelelor la ecuator și, astfel, este posibil să localizăm firul care simbolizează ecuatorul fără probleme. Cunoaștem punctele în care trebuie să-l fixăm și, de asemenea, înclinația, astfel firul poate fi atașat bucății de lemn și să localizăm meridianul locului (figura 8).

Este clar că e posibil să se introducă panglica cu imaginile meridianului locului pe model. Este suficient să facem câteva copii și să le perforăm în punctul care indică polul pentru a introduce axa de rotație. De reținut că firul ecuatorului corespunde traiectoriilor în formă de linie dreaptă care se găsesc pe panglică (figura 15).

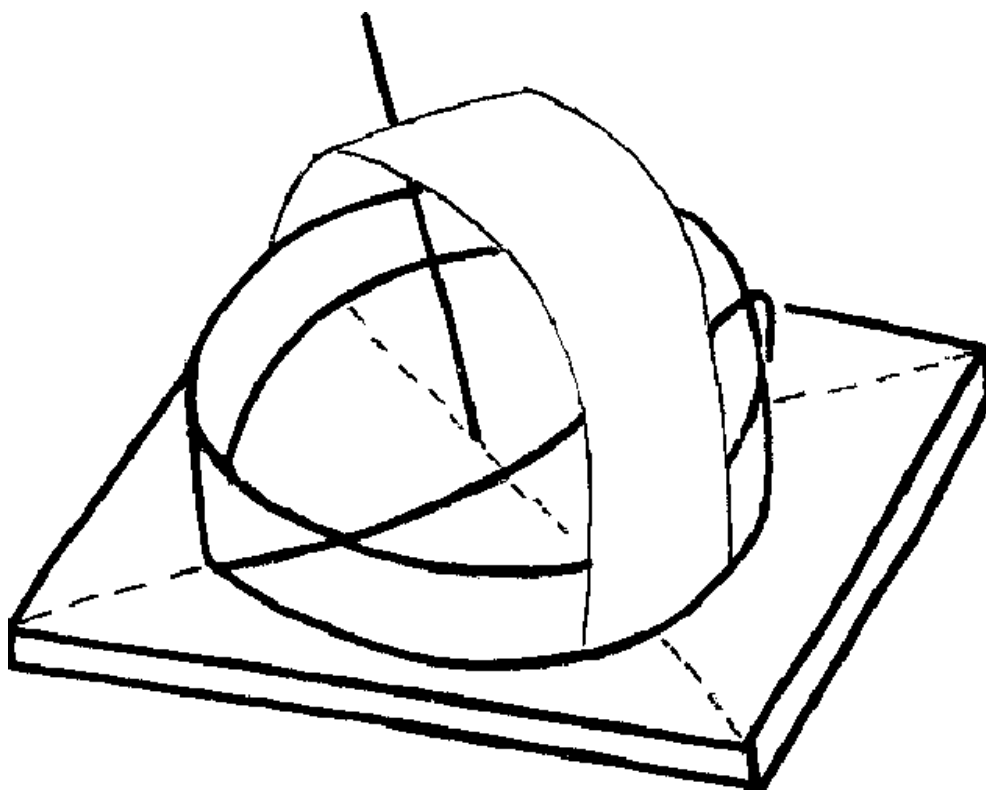


Fig. 15: Imagini ale meridianului locului.

Cu ajutorul acestui model putem oferi elevilor cele două posibilități: de a vedea sfera celestă din interior și din exterior.

Dacă, din nou, realizăm două imagini ale primei zile de iarnă, respectiv de vară când Soarele răsare și apune, elevii vor fi capabili să vadă că pozițiile acestor puncte în localitatea lor sunt

foarte diferite. Diferența dintre aceste imagini este uimitoare. De asemenea, se pot fixa pozițiile paralelelor tropicelor Racului și Capricornului tot cu ajutorul imaginilor care dau panta ecuatorului, deoarece paralele urmează aceeași înclinație. Cu ajutorul unui simplu raportor este posibil să se verifice faptul că unghiul intern dintre tropicul Racului și ecuator este de cca.  $23^\circ$  și acesta este de asemenea unghiul format între ecuator și tropicul Capricornului (figurile 16 și 17).

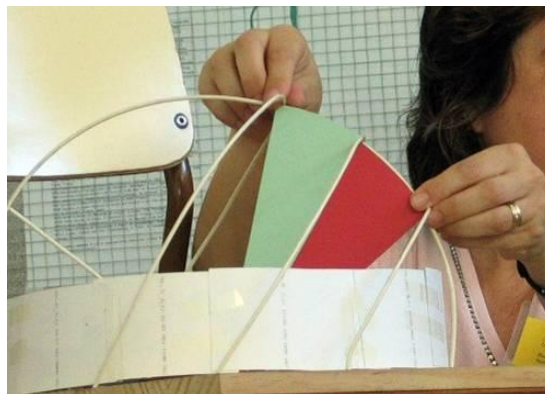
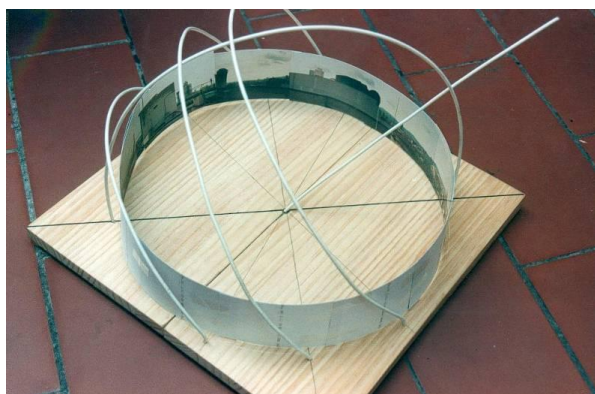


Fig. 16: Traiectoriile Soarelui în prima zi a fiecărui anotimp. Punctele de răsărit și apus de soare nu coincid, cu excepția a două zile: zilele echinocțiilor.

Fig. 17: Unghiul dintre două traiectorii ale primei zile a două anotimpuri consecutive este de  $23,5^\circ$ .

Pentru activitățile de învățare cu elevii, este interesant pentru ei să vadă că răsăriturile și apusurile de soare nu coincid întotdeauna cu punctele cardinale est și, respectiv, vest. Există multe cărți în care se menționează că Soarele răsare la est și apune la vest. Elevii pot vedea că acest lucru este adevărat numai de două ori pe an și că nu este adevărat pentru tot restul anului (figurile 16 și 17).

Astfel, elevii văd într-un mod practic și simultan sfera cerească din interior (sfera reală) și din exterior (modelul). Cu un astfel de model, elevii pot înțelege mai bine mediul înconjurător în care trăiesc, iar întrebările în legătură cu acesta pot fi rezolvate ușor. Elevii pot, de asemenea, să evidențieze aria care corespunde mișcării Soarelui (între paralele modelului) și să-și imagineze deasupra cerul și orizontul real al localității în care se află. Orientarea în teren devine extrem de simplă.

## Ceasuri solare

Există și alte aplicații posibile ale modelului. Acest model nu este altceva decât un mare ceas sau cadran solar. El este potrivit pentru a explica cum se construiește un ceas într-o modalitate simplă și didactică, luând în considerare numai orizontul și mișcarea Soarelui. În primul rând, este foarte ușor de observat că axa de rotație a Pământului devine acul indicator al ceasului.

Dacă introducem un plan în direcția planului ecuatorial și deplasăm o lanternă pe tropicul Racului, putem vedea umbra acului indicator (firul care reprezintă axa de rotație a Pământului) întretăind planul quadrantului ecuatorial. Pe de altă parte, când deplasăm lanterna pe tropicul Capricornului, umbra apare în zona de sub plan și este clar că atunci când lanterna este situată la ecuator nu apare nici o umbră. Astfel, este ușor de verificat faptul că ceasul ecuatorial

funcționează vara și primăvara, indicând orele în planul ceasului, iarna și toamna arătând orele sub acest plan și că, în două zile pe an, la cele două echinocții, nu funcționează.

Luând în considerare planul ecuatorial, orizontal și vertical (orientat est-vest), putem vedea că lanterna indică aceleași ore în cei trei cuadrante (figura 18). În plus, putem vedea momentul în care orele de dimineață și după-masă au loc pentru același ac indicator (axa de rotație a Pământului). Bineînțeles, este același moment pentru cele trei ceasuri. Este ușor de verificat în care arie trebuie să trasăm ora de dimineață, respectiv de după-masă pentru fiecare ceas. (Mulți profesori au primit la un moment dat ore trasate greșit pe un cadran solar dar dacă se folosește acest model această trasare greșită nu mai are loc).

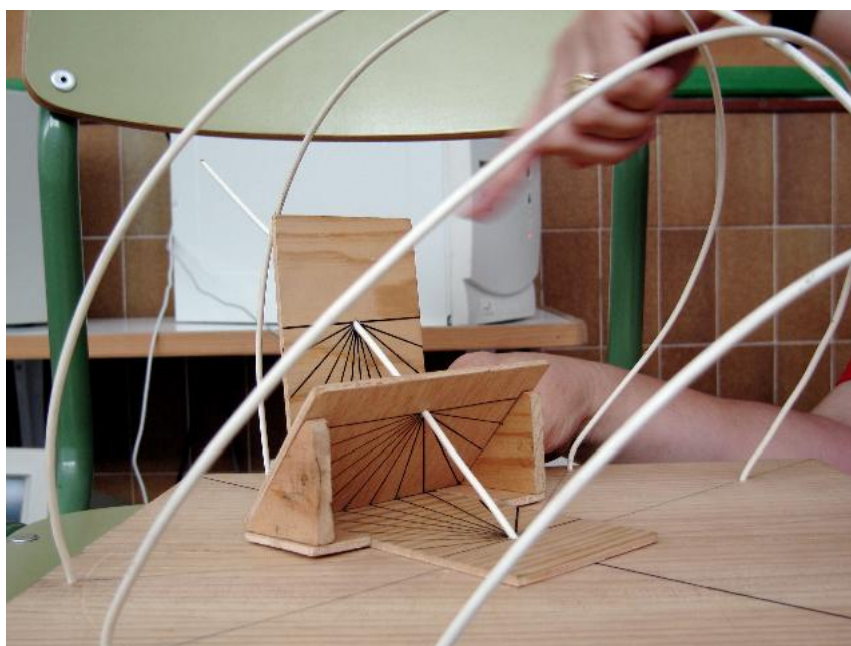


Fig. 18: Modelul este un uriaș cadran solar. Putem lua în considerare trei tipuri.

Mișcând lanterna de-a lungul tropicului Capricornului și tropicului Racului, este ușor de observat modul în care fasciculul de lumină emis de lanternă produce pe plan o secțiune conică diferită. În primul caz (prima zi de vară), curba conică este aproape un cerc, iar aria delimitată este în mod clar mai mică decât în al doilea caz. Atunci când se urmează o altă paralelă (prima zi de iarnă), secțiunea este eliptică, iar aria delimitată este mult mai mare. Astfel, elevii pot înțelege faptul că radiația este mai concentrată în prima situație, adică temperatura suprafeței este mai ridicată vara și este, de asemenea, evident pe model faptul că numărul de ore de insolație este mai mare. Consecința naturală constă în faptul că vara este mai cald decât iarna (figura 19).

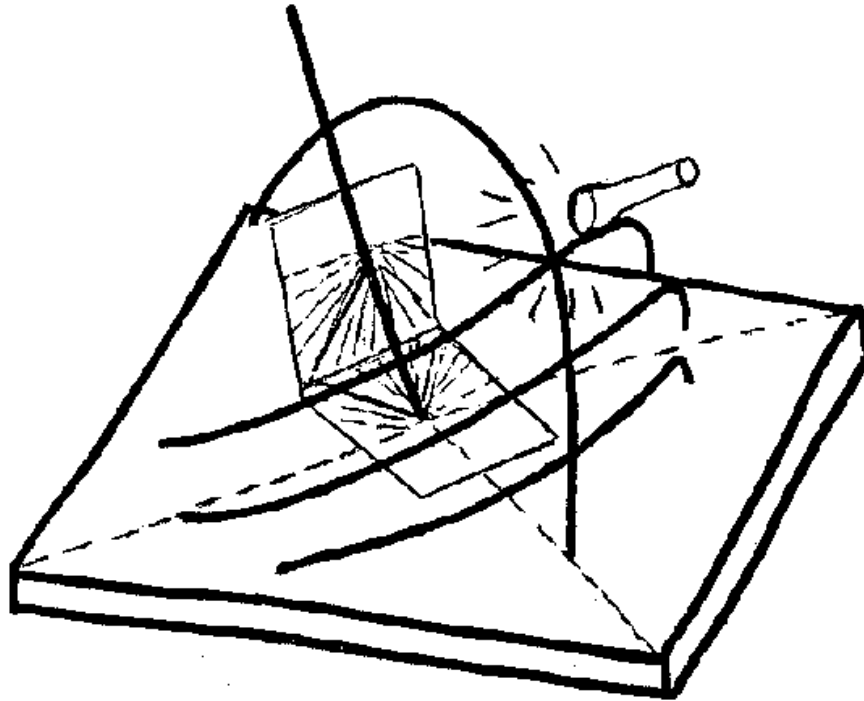


Fig. 19: Ceasurile și anotimpurile.

Vom lua în considerare această oportunitate pentru a menționa unele elemente care trebuie să fie cunoscute atunci când dorim să construim un ceas solar.

Este foarte ușor de realizat un ceas ecuatorial. Pur și simplu se fixează acul indicator în direcția axei de rotație a Pământului, adică pe direcția nord-sud (o busolă ne poate ajuta pentru a realiza acest lucru), iar cu o înălțime deasupra planului orizontului egal cu latitudinea locului (figurile 20 și 21). Acul indicator al oricărui ceas va fi plasat totdeauna în același mod.

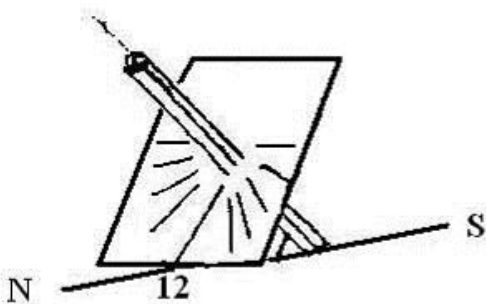


Fig. 20: Ceasul ecuatorial utilizat în emisfera nordică

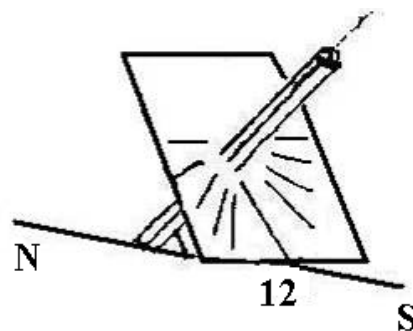


Fig. 21 Ceasul ecuatorial utilizat în emisfera sudică

Liniile orelor de pe ceasul ecuatorial sunt trasate la  $15^\circ$  (figurile 22a și 22b) deoarece Soarele parcurge  $360^\circ$  în 24 de ore. Dacă împărțim 360 la 24, obținem 15 grade pentru fiecare oră.

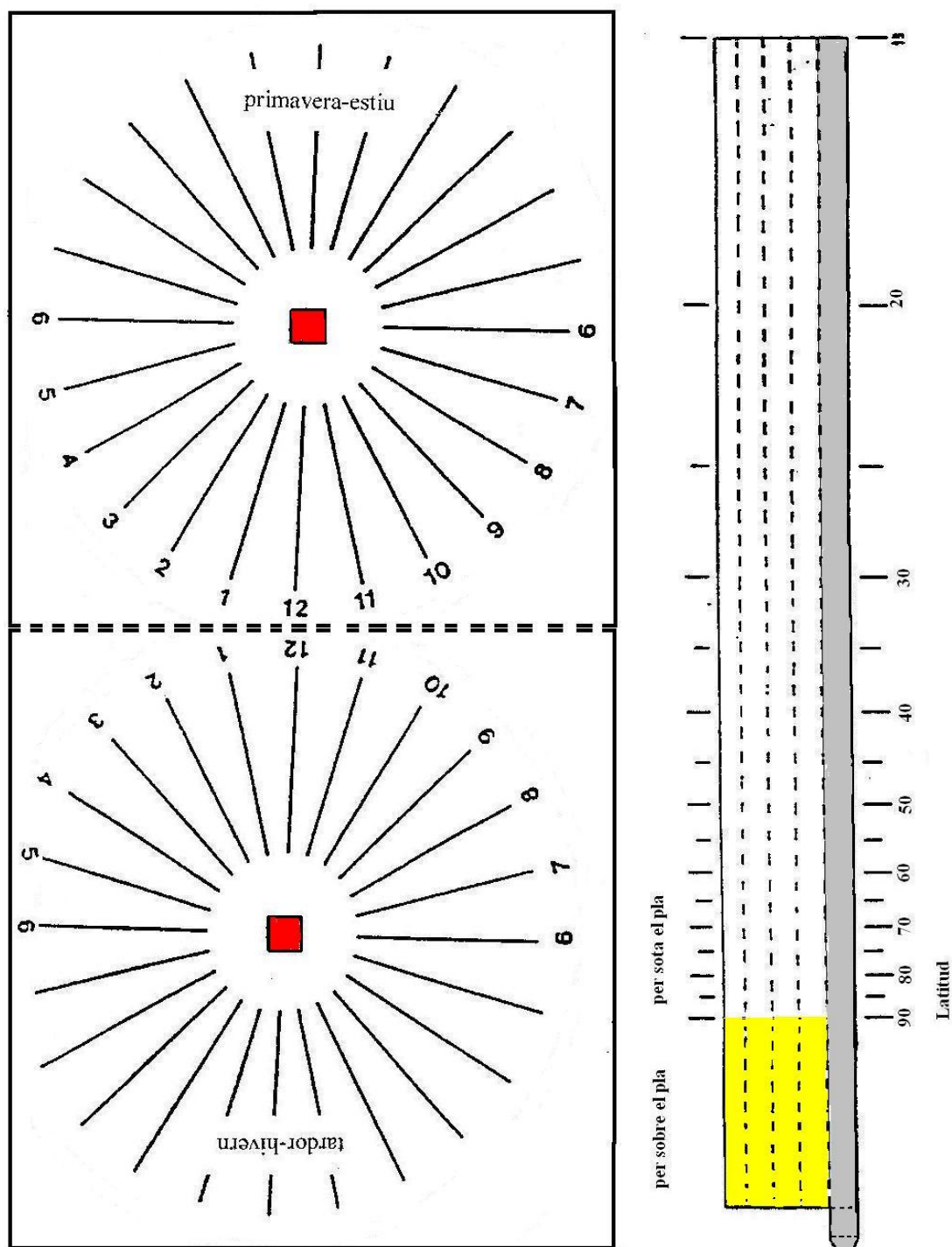


Fig. 22a și 22b: Construcția unui ceas ecuatorial.

Liniile corespunzătoare orelor pe un ceas orientat orizontal sau vertical se obțin prin proiectarea liniilor ecuatoriale și luare în considerare a latitudinii locului (figurile 23a, 23b, 23c și 23d).

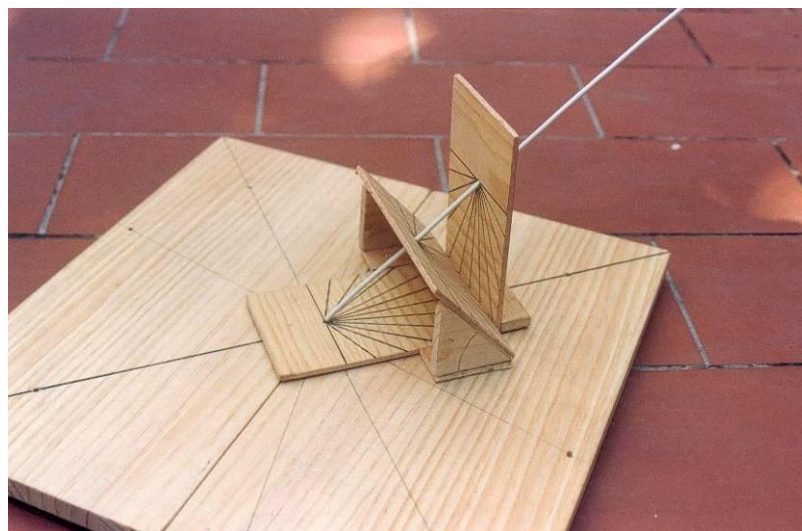
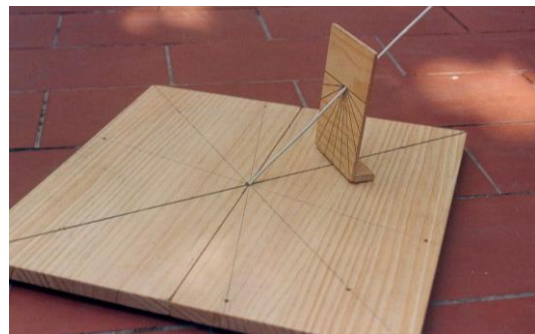
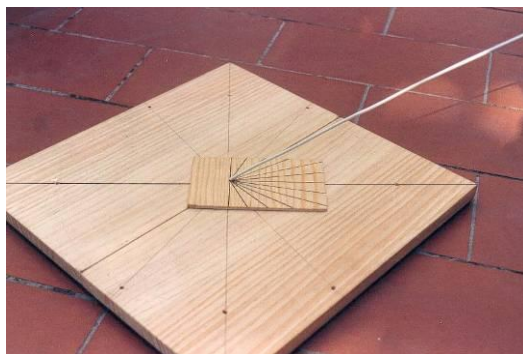
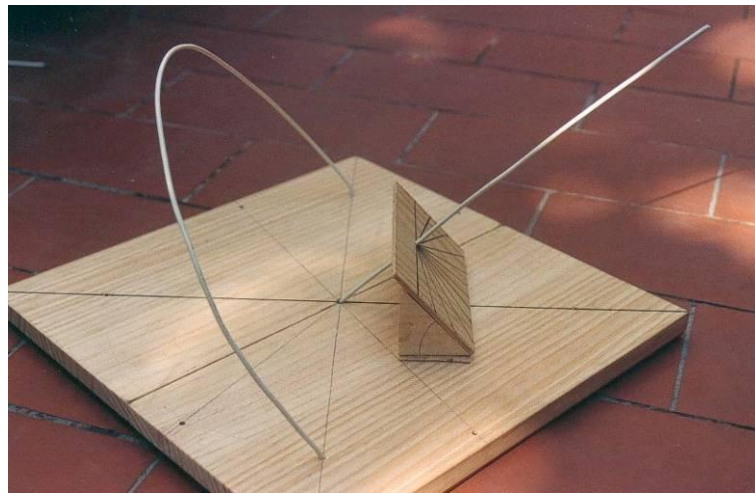


Fig. 23a, 23b, 23c și 23d: Imagini ale ceasurilor.

## Timpul solar și timpul de pe ceasurile de mână

Ceasurile solare oferă timpul solar care nu este același lucru cu timpul pe care îl indică ceasurile de mână. Este necesar să luăm în considerare câteva ajustări:

### Ajustarea longitudinii

Pământul este împărțit convențional în 24 de zone de timp începând cu primul meridian sau meridianul Greenwich. Pentru a realiza ajustarea longitudinală este necesar să cunoaștem longitudinea locală și longitudinea meridianului "standard" din zona în care ne aflăm. Semnul "+" se adaugă spre est, iar semnul "-" spre vest. Trebuie să exprimăm distanțele în ore, minute și secunde (1 grad = 4 minute).

### Ajustarea de vară/iarnă

Aproape toate țările au oră de vară ("economisirea luminii naturale") și oră de iarnă. De regulă, vara se adaugă o oră. Schimbarea orei în timpul verii/iernii este o decizie a guvernului fiecărei țări.

### Ajustarea ecuației timpului

Conform legilor lui Kepler, Pământul are o mișcare de revoluție, mișcare care nu este uniformă, și care provoacă o problemă serioasă pentru ceasurile mecanice. Ceasurile mecanice definesc timpul mediu ca fiind media calculată pe durata unui an întreg. Ecuația Timpului este diferența dintre "Timpul Solar Real" și "Timpul Solar Mediu". Această ecuație este reprezentată în Tabelul 1.

zile	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	+3.4	+13.6	+12.5	+4.1	-2.9	-2.4	+3.6	+6.3	+0.2	-10.1	-16.4	-11.2
6	+5.7	+5.1	+11.2	+2.6	-3.4	-1.6	+4.5	+5.9	-1.5	-11.7	-16.4	-9.2
11	+7.8	+7.3	+10.2	+1.2	-3.7	-0.6	+5.3	+5.2	-3.2	-13.1	-16.0	-7.0
16	+9.7	+9.2	+8.9	-0.1	-3.8	+0.4	+5.9	+4.3	-4.9	-14.3	-15.3	-4.6
21	+11.2	+13.8	+7.4	-1.2	-3.6	+1.5	+6.3	+3.2	-6.7	-15.3	-14.3	-2.2
26	+12.5	+13.1	+5.9	-2.2	-3.2	+2.6	+6.4	+1.9	-8.5	-15.9	-12.9	+0.3
31	+13.4		+4.4		-2.5		+6.3	+0.5		-16.3		+2.8

Tabelul 1: Ecuația Timpului

**Timpul Solar + Ajustarea Totală = Timpul indicat de ceasurile de mână**

Exemplul 1: Barcelona (Spania) în 24 mai.

Ajustare	Comentariu	Rezultat
1. Longitudine	Barcelona este pe același meridian "standard" ca Greenwich.	-8,7 m
2. DST	Mai are DST +1h	+ 60 m
3. Ecuația Timpului	Se citește în tabel pentru data 24 mai	-3,6 m
Total		+47,7 m

De exemplu, la 12:00 timp solar, ceasul de mână va indica:

**(Timpul solar) 12h + 47,7 min = 12h 47,7 min (Timpul ceasului de mână)**

Exemplul 2: Tulsa, Oklahoma (Statele Unite) 16 noiembrie.

Ajustare	Comentariu	Rezultat
1. Longitudine	Meridianul "standard" la Tulsa este la 90° V.	+24 m
2. DST	Noiembrie nu are nici o diferență	
3. Ecuația Timpului	Se citește în tabel pentru data 16 noiembrie	-15,3 m
Total		+ 8,7 m

De exemplu, la 12:00 timp solar, ceasul de mână va indica:  
**(Timpul Solar) 12h + 8,7 m = 12h 8,7 m (Timpul ceasului de mână)**

## Orientarea

O altă dificultate pentru elevi o reprezintă orientarea. Într-un curs general de astronomie, trebuie să introducem o semnificație, un sens. Este posibil ca elevii noștri să nu mai studieze niciodată astronomia. Rezultatul minim așteptat în urma parcurgerii unui curs de astronomie este ca elevii să fie capabili să recunoască unde este nordul, să știe că traiectoria Soarelui este deasupra orizontului sudic, să știe că planetele se mișcă față de orizont și, în particular, să învețe să localizeze diferitele caracteristici geografice ale localității în care trăiesc. De exemplu, deasupra orizontului Barcelonei (figurile 24a și 24b) elevii pot lua în considerare diferite opțiuni referitor la poziția Soarelui, Lunii și a anumitor constelații situate la orizont. Cei doi munți pe care îi putem vedea sunt în poziții aproximativ opuse, dar asta nu înseamnă nimic pentru elevi și adeseori ei înțeleg uneori cu dificultate că unele reprezentări sunt posibile iar altele nu. Ei cunosc teoria dar practica nu este suficientă dacă ei nu înțeleg diferitele posibilități.

Utilizarea modelul proiectat să rezolve punctele slabe menționate în paragraful anterior a fost foarte eficientă pentru clarificarea mai multor aspecte corelate cu orientarea pe orizontul local într-un mod care nu a fost planificat inițial.

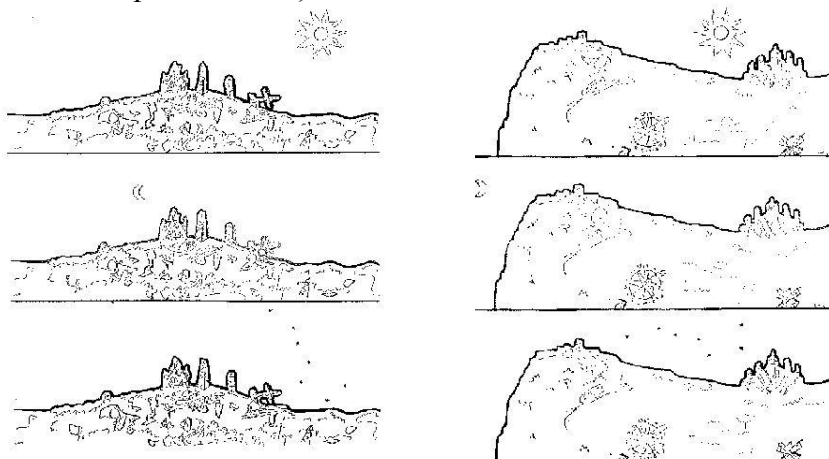


Fig. 24a: Orizontul nord-estic al Barcelonei.

Fig. 24b: Orizontul sud-vestic al Barcelonei.

Merită menționat faptul că acest model este folositor pentru explicarea poziției locale a sferei cerești pe durata zilei și nopții. Acest model ne ajută într-adevăr să înțelegem mai bine mișcarea Soarelui (și a altor componente ale sistemului solar, componente aflate în mișcare în zona învecinată). Folosind modelul propus, elevii înțeleg faptul că o stea strălucitoare din zona polară nu poate fi niciodată o planetă.





Fig. 25: Modelul la scară mare din Parcul Științei Granada.

Realizarea unui model la scară mare este o foarte bună investiție. În acest caz, elevii și chiar adulții pot să intre în interiorul modelului și să verifice poziția Soarelui în comparație cu ecuatorul și paralelele care corespund primei zile de vară și solstițiului de iarnă. Unele muzee dedicate științei au construit acest tip de model (figura 25).

După utilizarea modelului, elevii pot discerne lucruri pe care anterior nu ar fi fost în stare să le deosebească. De exemplu, acum este foarte clar că Soarele nu răsare și nu apune perpendicular pe orizont, cu excepția ecuatorului.

## Bibliografie

- Ros, R.M., *De l'intérieur et de l'extérieur*, Les Cahiers Clairaut, 95, p.1-5, Orsay, 2001.
- Ros, R.M., *Laboratorio de Astronomía*, Tribuna de Astronomía, 154, p.18-29, 1998.
- Ros, R.M., *Sunrise and sunset positions change every day*, Proceedings of 6th EAAE International Summer School, 177, 188, Barcelona, 2002.
- Ros, R.M., Capell, A., Colom, J., *El planisferio y 40 actividades más*, Antares, Barcelona, 2005.
- Ros, R.M., Lanciano, N., *El horizonte en la Astronomía*, Astronomía Astrofotografía y Astronáutica, 76, p.12-20, 1995.