

Activitate colaborativă: calcularea circumferinței Pământului

În jurul anului 240 î.Hr., matematicianul grec Eratostene a calculat circumferința Pământului bazându-se pe unghiul de elevație al Soarelui la amiază în ziua solstițiului din iunie, în două locații din Egipt aflate la distanță cunoscută. Într-o activitate de colaborare cu o altă școală, elevii pot repeta calculele lui Eratostene folosind smartphone-urile. Cu cât cele două școli se află la distanță mai mare, cu atât mai precis va fi rezultatul.

În timp ce lucra la faimoasa bibliotecă din Alexandria, Eratostene a observat că în rapoartele de la Syene (Aswanul de astăzi), care se află pe același meridian ca și Alexandria, dar la aproximativ 800 km spre sud, soarele apare exact deasupra capului, la prânz, pe 21 iunie. În Alexandria, în schimb, un obelisc mare arunca o umbră semnificativă la amiază. Măsurând unghiul acelei umbre ($7,2^\circ$, însemnând $1/50$ dintr-un cerc), Eratostene a determinat unghiul dintre Alexandria și Syene (diferența între latitudinile lor) și din aceasta a calculat circumferința Pământului.

Pentru calculele noastre, cele două locații nu trebuie să fie pe același meridian, dar aceasta înseamnă că trebuie să luăm în calcul diferența lor de longitudine, care în practică înseamnă că nu vom face măsurătorile sincron, ci la momentul amiezei solare pentru fiecare locație.

Materiale

Fiecare grup de elevi are nevoie de:

- Un smartphone având instalate aplicații de tip înclinometru și planetarium

Procedură

Elevii trebuie să parcurgă următoarele:

1. Să verifice prognoza meteo pentru cele două locații pentru a alege o zi cu cer însoțit în care să realizeze experimentul.

Nu contează în ce moment al anului elevii vor realiza măsurătoarea, deoarece aici lucrăm mai degrabă cu altitudini comparative decât cu unele absolute.

2. Să folosească aplicația planetarium pentru a determina timpul exact al amiezei solare pentru fiecare locație.
3. Să determine, utilizând, de exemplu, Google Maps, distanța pe direcția nord-sud dintre cele două locații (distanța dintre cercurile lor de latitudine).
4. La data stabilită, să determine altitudinea unghiulară a Soarelui la amiază în fiecare locație, cum s-a descris în prima activitate.
5. Să calculeze circumferința Pământului folosind ecuația următoare:

Distanța unghiulară / 360° = distanța dintre latitudinile locațiilor / circumferința Pământului
Ecuația 3

De unde, rearanjând, rezultă:

Material de sprijin pentru:

Rath G, Jeanjacquot P, Hayes E (2016) Măsurători inteligente ale cerurilor.
Science in School 36: 37-42. www.scienceinschool.org/2016/issue36/isky

Circumferința Pământului = distanța dintre latitudinile locațiilor x 360° / distanța unghiulară Ecuația 4

Discuție

Solicitați elevilor să folosească aplicația planetarium pentru a verifica altitudinea Soarelui la amiază pentru fiecare locație. Cât de precise sunt măsurătorile lor? Ce estimare a circumferinței Pământului au obținut ei dacă au folosit valorile din aplicația planetarium?

Conform aplicației planetarium, noi ar fi trebuit să obținem o altitudine de 72,2° la amiază în Tarragona și de 67,7° în Lyon, cu o distanță unghiulară de 4,5°. Google Maps ne spune că cele două locații se află la 495 km distanță. Aceasta înseamnă:

$$495 \text{ km} \times 360^\circ / 4,5^\circ = 39\,600 \text{ km}$$

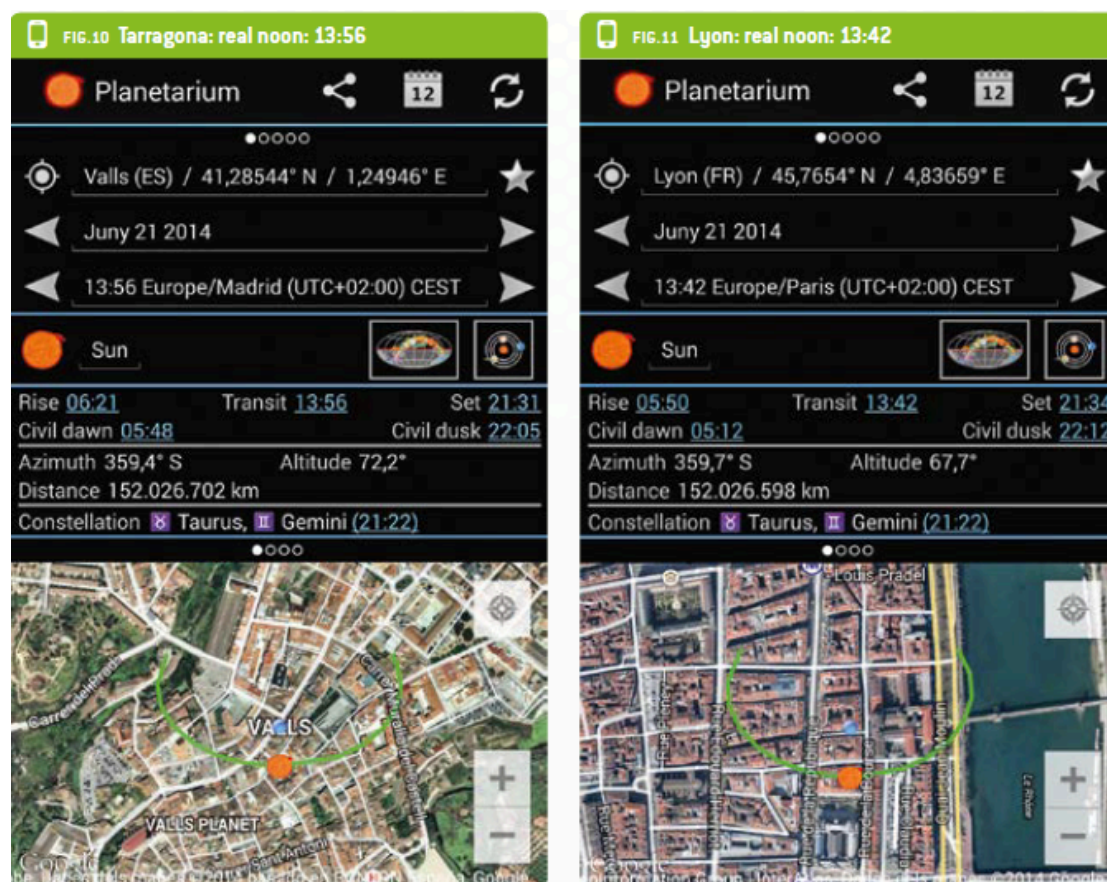


Figura 10: Tarragona și Lyon într-o aplicație de tip planetarium
Pentru imagine mulțumim lui Philippe Jeanjacquot și lui Pere Compte

Dacă aplicația înclinometru permite măsurarea înclinărilor cu o precizie de 0,1°, ce eroare ar introduce aceasta în estimarea circumferinței Pământului realizate de elevi?

Dacă determinările noastre au fost de 72,3° în Tarragona și de 67,6° în Lyon (o diferență unghiulară de 4,7°), aceasta a condus la:

$$495 \text{ km} \times 360^\circ / 4,7^\circ = 37\,914 \text{ km}$$

Astfel că imprecizia de 0,1° introduce o eroare de aproape +/- 1700 km.

Material de sprijin pentru:

Rath G, Jeanjacquot P, Hayes E (2016) Măsurători inteligente ale cerurilor.
Science in School 36: 37-42. www.scienceinschool.org/2016/issue36/isky

Astăzi, circumferința Pământului este cunoscută ca fiind de 40075 km la ecuator, astfel că măsurătoarea noastră a obținut o eroare de 475 km, adică de aproximativ 1%. Dacă considerăm precizia aplicației înclinometru de pe smartphone ($0,1^\circ$), ne așteptăm la o eroare maximă de +/- 2000 km, sau de aproximativ 5%. Aceasta este similară preciziei obținute de Eratosthenes acum mai mult de 2000 de ani. Aspectul nu doar că evidențiază cât de impresionantă a fost realizarea lui, ci ne demonstrează și importanța dispozitivelor de măsurare precisă.

Material de sprijin pentru:

Rath G, Jeanjacquot P, Hayes E (2016) Măsurători inteligente ale cerurilor.
Science in School **36**: 37-42. www.scienceinschool.org/2016/issue36/isky