

Sistema Terra-Lluna-Sol: Fases i eclipsis

Rosa M. Ros

International Astronomical Union, Universitat Politècnica de Catalunya (Espanya)

Resum

Es presenten alguns models sobre les fases de la Lluna i els eclipsis de Sol i de Lluna. També s'utilitzen els eclipsis per determinar distàncies i diàmetres en el sistema Terra-Lluna-Sol.

Finalment s'explica l'origen de les mareas.

Objectius

- Comprendre per què la Lluna té fases.
- Comprendre la causa dels eclipsis de Lluna.
- Comprendre el motiu dels eclipsis de Sol.
- Determinar distàncies i diàmetres de sistema Terra- Lluna-Sol
- Comprendre l'origen de les mareas

Posicions relatives

El terme "eclipsi" s'utilitza per fenòmens molt diferents, però en tots els casos aquest fenomen té lloc quan la posició relativa de la Terra i la Lluna (cossos opacs) interromp el pas de la llum solar.

Un eclipsi de Sol passa quan el Sol és cobert per la Lluna que se situa entre el Sol i el nostre planeta. Aquest tipus d'eclipsis sempre tenen lloc en Lluna nova (figura 1).

Els eclipsis de Lluna es produeixen quan la Lluna passa a través de l'ombra de la Terra. És a dir, quan la Lluna està en el lloc oposat de el Sol, per tant, els eclipsis lunars es donen sempre en la fase de Lluna plena (figura 1).

La Terra i la Lluna es mouen seguint òrbites el·líptiques que no estan en el mateix pla. L'òrbita de la Lluna aquesta inclinada 5° respecte a el plànol de l'eclíptica (pla de l'òrbita de la Terra entorn a el Sol). Tots dos plans s'intersecten en una recta anomenada la Línia dels nodes. Els eclipsis tenen lloc quan la Lluna aquesta pròxima a la Línia dels nodes. Si els dos plans no formessin un angle, els eclipsis serien molt més freqüents.

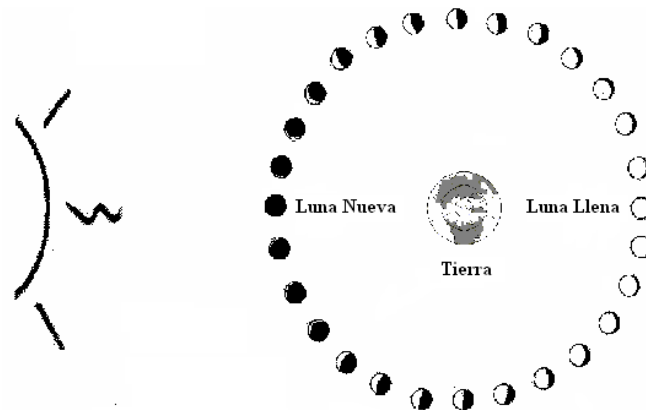


Fig.1: Els eclipsis de Sol tenen lloc quan la Lluna està situada entre el Sol i la Terra (Lluna nova). Els eclipsis de Lluna succeeixen quan la Lluna creua el con d'ombra de la Terra, llavors la Terra està situada entre el Sol i la Lluna (Lluna plena).

Models amb màscares

Model de la Cara Oculta

La Lluna té un moviment de rotació i un altre de translació al voltant de la Terra que duren aproximadament el mateix, això és unes quatre setmanes. Per aquest motiu des de la Terra només podem veure aproximadament la meitat de la superfície lunar

Anem a visualitzar-lo amb un senzill model. Comencem situant un voluntari que fa de Terra i un voluntari que actua com la Lluna. Li posarem al voluntari que representa la Lluna una màscara blanca rodona retallant un tros de cartolina. Situem el voluntari que fa de Lluna de cara a la Terra abans de començar a moure's. Fem avançar Lluna, avança 90° en la seva òrbita de translació al voltant de la Terra, però sense rotació. Preguntarem a la Terra si ho veu de cara i ens dirà que només li veu de perfil i veu l'orella centrada al mig del cap. Però si la Lluna gira també els mateixos 90° en rotació sobre si mateixa, llavors la Terra li veurà la mateixa cara de sempre i ha transcorregut només una setmana. Repetim el procés de nou. Es trasllada de nou la Lluna 90° sense rotació i passa igual que abans, la Terra no la veu de cara, però si gira de nou altres 90° en rotació ja li veu de nou la cara amb la seva màscara i ha transcorregut la segona setmana. I així successivament fins a donar una volta completa que correspon a les quatre setmanes. Està clar que la Lluna sempre mostres la mateixa cara després de quatre setmanes i la part de darrere del cap del voluntari lunar no es veu mai.

Model per a las fases

Per explicar les fases de la Lluna el millor és utilitzar un model amb una llanterna o amb un retroprojector (que servirà de Sol) i un mínim de 5 voluntaris. Un d'ells estarà situat al centre representat la Terra i els altres 4 es situaran al voltant de la mateixa de forma equidistant per simular les diferents fases de la Lluna (figura 2). Perquè sigui més vistós seguirem amb la màscara blanca que servirà per visualitzar la Lluna.

Col·locarem la llanterna encesa darrere d'un dels voluntaris que simula la Lluna (una mica per sobre perquè no tapi la llum) i començarem per visualitzar les fases, posant l'accent que sempre es considera l'observació realitzada des del punt de vista de la Terra (que està al centre). És molt fàcil descobrir que de vegades es veu la màscara completament il·luminada, de vegades només un quart, (el dret o l'esquerre) i altres vegades no es veu res il·luminada perquè enlluerna la llum de la llanterna (és a dir, del Sol)



Fig. 2: Model de la Terra i la Lluna amb voluntaris (per explicar les fases i la cara visible de la Lluna)

Model Terra-Lluna

Comprendre de forma clara les fases de la Lluna i la geometria que tanca el fenomen dels eclipsis de Sol i de Lluna no és fàcil. Per a això, es proposa un senzill model que ajuda a fer més intel·ligibles tots aquests processos.

Només cal clavar dos claus (d'uns 3 o 4 cm) a un llistó de fusta de 125 cm. Els claus han d'estar separats 120 cm i en cada un fixarem dues boles de 4 i 1 cm respectivament (figura 3).

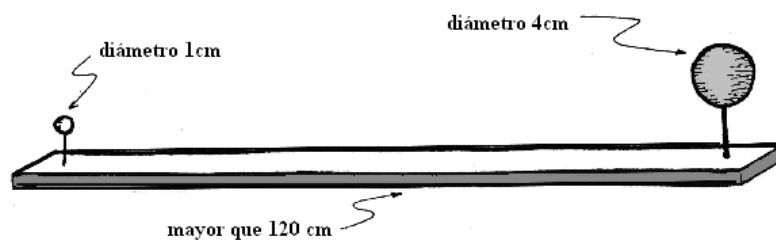


Fig. 3: Model amb la Tierra i la Lluna

És important respectar aquestes mesures perquè són les que corresponen a un model a escala de sistema Terra-Lluna respectant les proporcions de distàncies i diàmetres.

Diàmetre Terra	12800 Km.	→	4 cm.
Diàmetre Lluna	3500 Km.	→	1 cm.
Distància Terra-Lluna	384000 Km.	→	120 cm.
Diàmetre Sol	1400000 Km.	→	440 cm. = 4.4 m.
Distància Terra-Sol	150000000 Km.	→	4700 cm. = 0.47 Km.

Taula 1: Distàncies i diàmetres de el sistema Terra-Lluna-Sol

Reproducció de les fases de la Lluna

En un lloc assolellat, quan sigui visible la Lluna, s'apunta amb el llistó dirigint la piloteta de la Lluna cap a la Lluna de debò (figura 4). L'observador s'ha de situar darrere de la bola de la Terra. L'esfera de la Lluna es veu de la mateixa mida aparent que la Lluna i amb la mateixa fase que la real. Variant la orientació del llistó s'aconsegueixen reproduir les diferents fases de la Lluna al variar la il·luminació que rep del Sol. Cal moure la Lluna per aconseguir la seqüència de totes les fases.

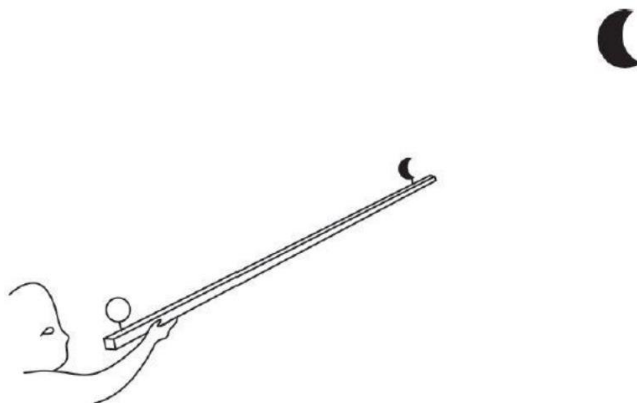


Fig. 4: Fent servir el model al pati de l'escola.

Aquesta activitat és millor fer-la al pati, però si està núvol també es pot fer amb un retroprojector o una llanterna.

Reproducció dels eclipsis de Lluna

Cal subjectar el llistó de manera que la boleta de la Terra estigui dirigida cap al Sol i fa entrar la Lluna (figura 5a i 5b) dins de l'ombra de la Terra. És molt major que la Lluna, per tant es pot visualitzar fàcilment un eclipsi de Lluna.

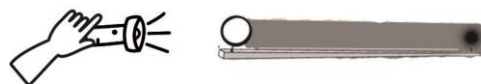


Fig. 5a y 5b: Simulació d'un eclipsi de Lluna



Fig. 6: Composició fotogràfica d'un eclipsi de Lluna. El nostre satèl·lit creuant el con d'ombra produït per la Terra.

Reproducció dels eclipsis de Sol

Agafa el llistó de forma que la Lluna estigui dirigida cap al Sol i fa que l'ombra de la Lluna es projecti sobre l'esfera terrestre. D'aquesta forma es pot visualitzar un eclipsi de Sol. Es pot veure que l'ombra de la Lluna dóna lloc a una petita taca sobre una regió de la Terra (figura 8).



Fig. 7a y 7b: Simulacion eclipse solar

No és fàcil assolir aquesta situació perquè la inclinació del llistó ha de ser molt ajustada (aquesta és la causa de que hi hagi menys eclipsis de Sol que de Lluna).



Fig.8: Detall de la figura prèvia 7a.

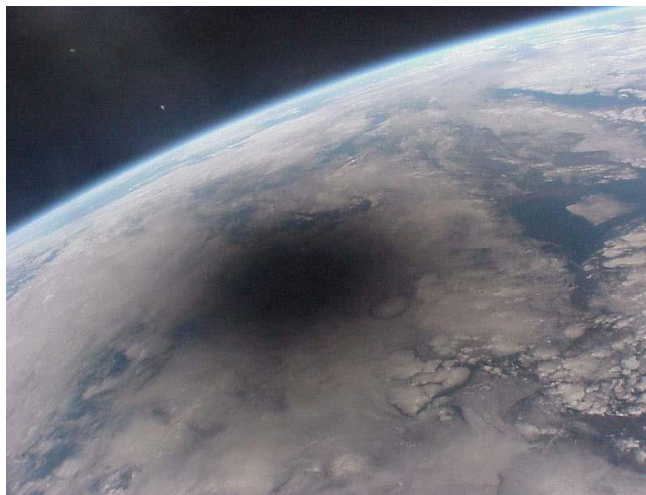


Fig. 9: Fotografia feta des de l'estació espacial MIR de l'eclipsi de Sol de 1999 sobre una zona de la superfície terrestre.

Observacions

- Només pot tenir lloc en un eclipsi de Lluna quan es lluna plena i en un eclipsi de Sol quan es lluna nova.
- Un eclipsi solar només es veu en una zona reduïda de la Terra.
- És molt difícil que la Terra i la Lluna estiguin "ben alineades" perquè es produeixin un eclipsi cada vegada que hi hagi una Lluna nova o una Lluna plena.

Model Sol-Lluna

Amb l'objectiu de visualitzar el sistema Sol-Terra-Lluna, i fent especial incidència en les distàncies, anem a plantejar un nou model, tenint en compte el punt de vista terrestre del Sol i de la Lluna. En aquest cas, cal invitar als estudiants a dibuixar i pintar un gran Sol de diàmetre 220 cm (més de 2 metres de diàmetre) en una lleçol i ens permetrà demostrar que pot tapar un

gran Sol amb una petita lluna de 6 mm de diàmetre (menys d'1 cm de diàmetre). Es pot substituir la bola de la Lluna per un forat en una taula de fusta per a ser més manejable.

És important l'ús de les dimensions esmetades anteriors i mantenir les proporcions dels diàmetres i les distàncies (taula 2). En aquest model, el Sol es troba a 235 metres de la Lluna i l'observador estarà a 60 cm de la Lluna. Els estudiants es queden molt sorpresos quan poden cobrir el gran Sol amb aquesta petita lluna. Realment aquest relació d'un Sol 400 vegades més gran que la Lluna, no es fàcil d'imaginar. És molt bo mostrar un exemple per representar la magnitud de les distàncies i la mida real de l'univers. Tots aquests exercicis i activitats poden ajudar-nos a comprendre les relacions espacials entre els cossos celestes durant un eclipsi solar. Aquest mètode és molt millor que llegir una sèrie de números en un llibre.

Diàmetre Terra	12 800 km	2.1 cm
Diàmetre Luna	3 500 km	0.6 cm
Distància Terra-Lluna	384 000 km	60 cm
Diàmetre Sol	1400 000 km	220 cm
Distància Terra-Sol	150 000 000 km	235 m

Taula 2: Distàncies i diàmetres del sistema Terra-Lluna-Sol

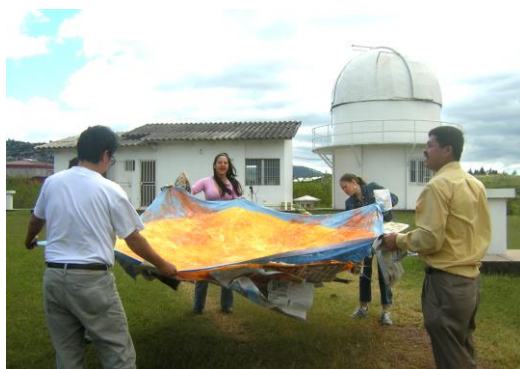


Fig. 10: Model de Sol



Fig. 11: Mirant el Sol i la Lluna al model.

Determinació del Diàmetre del Sol

Pot mesurar el diàmetre del Sol de diverses formes. A continuació es presenta un mètode senzill mitjançant una càmera fosca. Es pot fer amb una caixa de sabates o amb un tub de cartró que serveixi de eix central per al paper d'alumini o transparent de la cuina, però sí es fa amb un tub més gran es pot obtenir més precisió.

1. Tapem un dels extrems amb paper vegetal mil·limetrat semitransparent i l'altre extrem amb paper d'alumini, on farem un forat amb una agulla fina (figures 12 i 13).
2. Cal dirigir el costat amb el petit forat cap al Sol i mirar per l'altre costat on hi ha el paper mil·limetrat. Mesurem el diàmetre de la imatge del Sol en aquest paper mil·limetrat.



Fig. 12 y 13: Models de càmera obscura

Para calcular el diàmetre del Sol, només cal considerar la figura 14, on apareixen dos triangles semblants

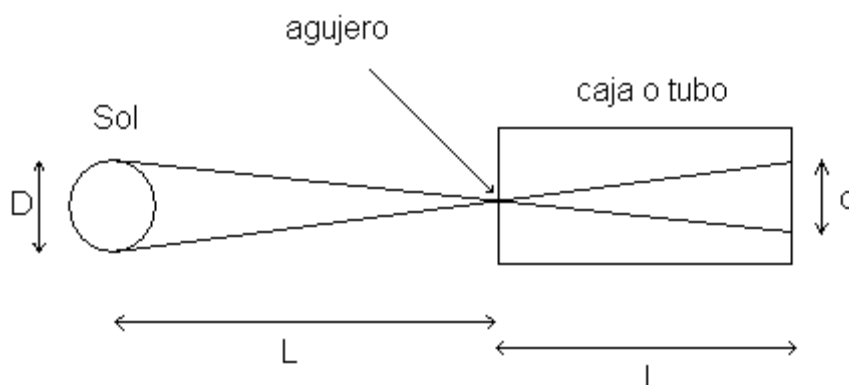


Fig. 14: Problema geomètric subjacent

On podem establir la relació:

$$\frac{D}{L} = \frac{d}{l}$$

D'on es pot aclarir el diàmetre del Sol, D:

$$D = \frac{d \cdot L}{l}$$

Coneguda la distància del Sol a la Terra $L = 150.000.000$ km. Podem calcular, coneguda la longitud del tub, el diàmetre d de la imatge del Sol sobre la pantalla de paper mil·limetrat semi-transparent i el diàmetre D del Sol. (Recordeu que el diàmetre solar és de 1392000 km.)

Es pot repetir l'exercici amb la Lluna plena sabent que aquesta es troba a uns 400.000 km. De la Terra.

Mides i Distàncies en el sistema Terra-Lluna-Sol

Aristarc (310-230 a.C) va deduir algunes proporcions entre les distàncies i els radis de el sistema Terra-Lluna-Sol. Va calcular el radi de el Sol i de la Lluna, la distància des de la Terra a el Sol i la distància de la Terra a la Lluna en relació a el radi de la Terra. Alguns anys després Eratòstenes (280-192 a.C) va determinar el radi del nostre planeta i va ser possible calcular totes les distàncies i ràdios de el sistema Terra-Lluna-Sol.

La proposta d'aquesta activitat consisteix a repetir amb estudiants tots dos experiments. La idea és repetir el procés matemàtic dissenyat per Aristarc i Eratòstenes alhora que, en la mesura del possible, repetir les observacions.

L'experiment d'Aristarc de Nou

Aristarc va determinar que l'angle sota el qual s'observa des de la Terra la distància Sol-Lluna a l'instant del quart era de $\alpha = 87^\circ$.

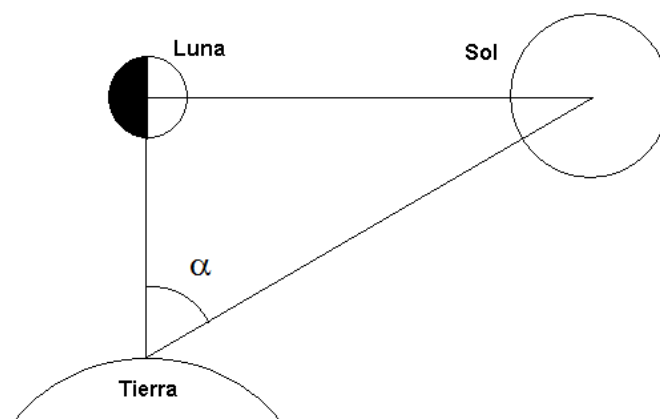


Fig.15: Posició relativa de la Lluna en el quart

En l'actualitat, se sap que va cometre un error, possiblement a causa de que li va resultar molt difícil determinar el precís instant del quart. De fet realment $\alpha = 89^\circ 51'$, però el procés usat per Aristarc és perfectament correcte. A la figura 15, si es fa servir la definició de cosinus, es pot deduir que,

$$\cos\alpha = \frac{TL}{TS}$$

on TS és la distància de la Terra al Sol, i TL es la distància de la Terra a la Lluna. Llavors aproximadament,

$$TS = 400 TL$$

(encara que Aristarc va deduir $TS = 19 TL$).

Relació entre el radi de la Lluna i del Sol

La relació entre el diàmetre de la Lluna i del Sol ha de ser similar a la fórmula prèviament obtinguda, perquè des de la Terra s'observen dos diàmetres iguals a 0.5° . Per tant tots dos radis verifiquen

$$R_S = 400 R_L$$

Relació entre la distància de la Terra a la Lluna i el radi lunar o entre la distància de la Terra a el Sol i el radi solar

Atès que el diàmetre observat de la Lluna és de 0.5° , amb 720 vegades aquest diàmetre és possible recobrir la trajectòria circular de la òrbita de la Lluna al voltant de la Terra. La longitud d'aquest recorregut és 2π vegades la distància Terra-Lluna, és a dir $2 R_L 720 = 2 \pi TL$, aclarint,

$$TL = \frac{720R_L}{\pi}$$

i per un raonament similar,

$$TS = \frac{720R_S}{\pi}$$

Aquesta relació és entre les distàncies a la Terra, el radi lunar, el radi solar i el radi terrestre.

Relacions entre les distàncies a la Terra del Sol i de la Lluna, el radi lunar, el radi solar i el radi terrestre.

Durant un eclipsi de Lluna, Aristarc va observar que el temps necessari perquè la Lluna pogues creuar el con d'ombra terrestre era el doble de el temps necessari perquè la superfície de la Lluna quedés coberta (figures 16a i 16b). Per tant, va deduir que l'ombra del diàmetre de la Terra era doble que el diàmetre de la Lluna, és a dir, la relació de tots dos diàmetres o radis era de 2: 1. Realment se sap que aquest valor és de 2.6: 1.

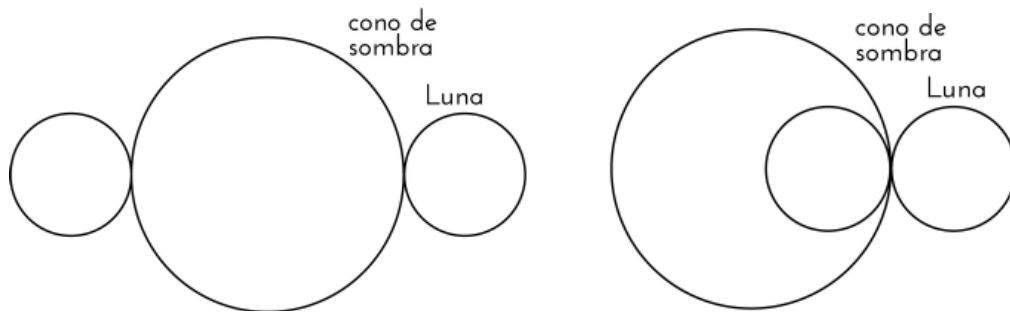


Fig. 16a: Prenent mides del con d'ombra

Fig.16b: Prenent mides del diàmetre de la Luna

Resum final

Amb aquest resultat es pot establir el dibuix de la figura 17

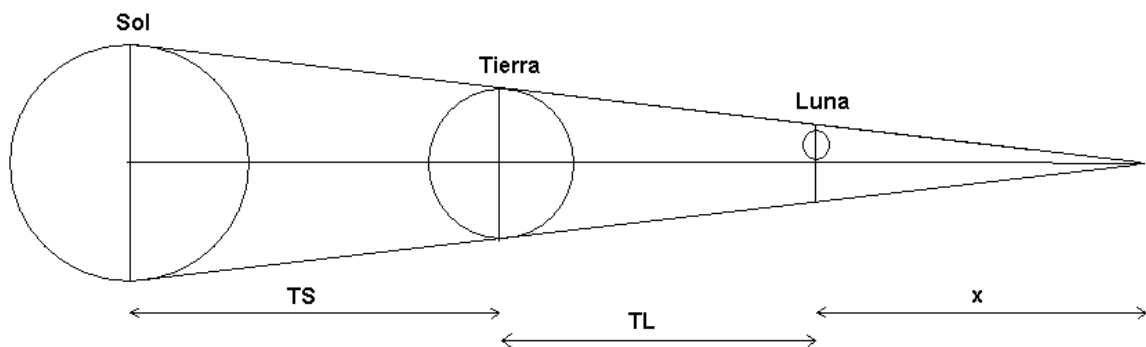


Fig. 17: Con d'ombra i posicions relatives de el sistema Terra-Lluna-Sol.

i formular la següent proporció, prenent x com una variable auxiliar que després s'eliminarà.

$$\frac{x}{2.6R_L} = \frac{x+TL}{R_T} = \frac{x+TL+TS}{R_S}$$

Introduint en aquesta expressió les relacions $TS = 400 TL$ i $RS = 400 RL$, es pot eliminar x i simplificant s'obté,

$$R_L = \frac{401}{1440} \cdot R_T$$

que permet expressar totes les dimensions esmentades anteriorment en funció de el radi de la Terra, així

$$R_s = \frac{2005}{18} R_T \quad TS = \frac{80200}{\pi} R_T \quad TL = \frac{401}{2\pi} R_T$$

On només cal substituir el radi del nostre planeta per obtenir totes les distàncies i ràdios de el sistema Terra-Lluna-Sol.

Mesures amb els estudiants

És una bona idea repetir les mesures realitzades per Aristarc amb els estudiants. En particular, primer cal calcular l'angle entre el Sol i la Lluna en el quart. Per realitzar aquesta mesura només és necessari disposar d'un teodolit i saber l'exacte instant de la cambra. Així es verificarà si aquest angle mesura $\alpha = 87^\circ$ o $\alpha = 89^\circ 51'$ (és aquesta una mesura realment difícil d'obtenir).

En segon lloc, durant un eclipsi de Lluna, usant un cronòmetre, és possible calcular la relació entre els temps següents: "el primer i l'últim contacte de la Lluna amb el con d'ombra terrestre", és a dir, mesurar el diàmetre de el con d'ombra de la Terra (figura 16a) i "el temps necessari en cobrir la superfície lunar", això és la mesura de l'diàmetre de la Lluna (figura 16b). Finalment és possible verificar si la relació entre els dos temps és 2: 1 o és de 2.6: 1, o els surt diferent.

L'objectiu més important d'aquesta activitat, no és el resultat obtingut per a cada diàmetre o distància. El més important és fer notar als estudiants que, si ells fan servir els seus coneixements i la seva intel·ligència, poden obtenir interessants resultats disposant de pocs recursos. En aquest cas l'enginyer d'Aristarc va ser molt important per aconseguir obtenir alguna idea sobre la mida de el sistema Terra-Lluna-Sol.

És també una bona idea mesurar amb els estudiants el radi de la Terra seguint el procés usat per Eratòstenes. Encara que l'experiment d'Eratòstenes és molt conegut, presentem aquí una versió reduïda de la mateixa de cara a completar l'experiència anterior.

L'experiment d'Eratòstenes, de nou

Eratòstenes era el director de l'biblioteca d'Alexandria, i en un dels textos de la mateixa va llegir que a la ciutat de Syena (actualment Assuan) el dia de l'solstici d'estiu, al migdia solar, el Sol es veia reflectit en el fons d'un pou, o el que és el mateix els pals no produïen ombra en aquest moment. Eratostenes, observà que aquest mateix dia a la mateixa hora un pal produïa ombra a Alexandria. D'això va deduir que la superfície de la Terra no podria ser plana, sinó que hauria de ser una esfera (figura 18a i 18b)

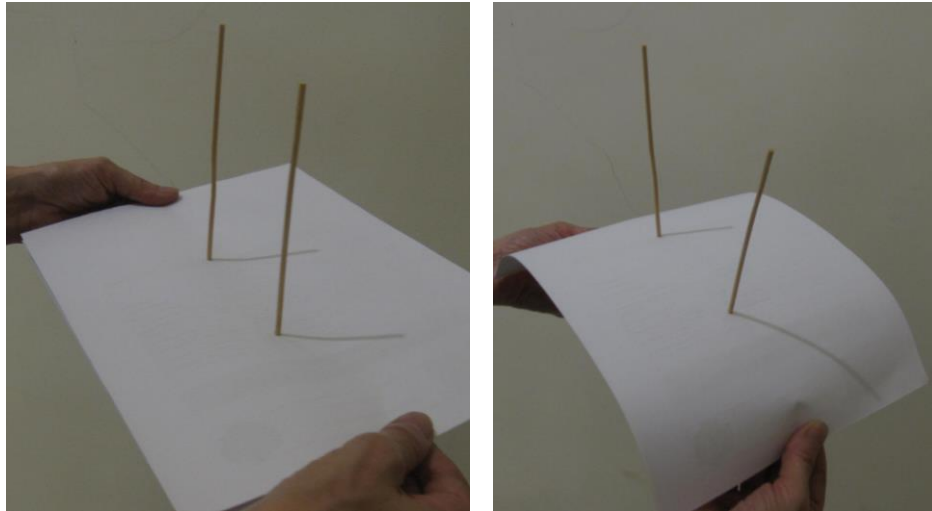


Fig. 18a y 18b: En una superfície plana els dos escuradents produeixen a l' mateixa ombra, però si la superfície és corbada no.

Considerem 2 estaques introduïdes perpendicularment a terra, en dues ciutats de la superfície terrestre sobre el mateix meridià. Les estaques s'han d'estar apuntant cap a l'centre de la Terra. Normalment és millor fer servir un plomada on és marca un punt del fil per poder mesurar les longituds. S'ha de mesurar la longitud de la plomada des del terra fins a aquesta marca, i la longitud de la seva ombra des de la base de la plomada fins a l'ombra de la marca.

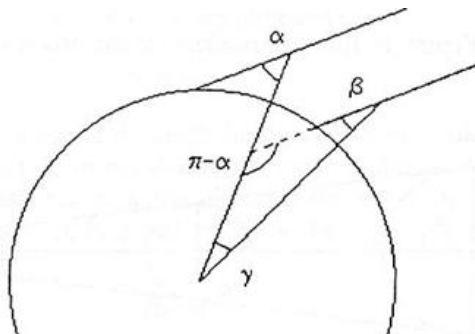


Fig. 19: Situació de plomades i angles en l'experiment d'Eratòstenes

Es considera que els raigs solars són paral·lels. Aquests raigs solars produeixen dues ombres, una per a cada plomada. Es mesuren les longituds de la plomada i la seva ombra i fent servir la definició de tangent, s'obtenen els angles α i β (figura 19). L'angle central γ pot calcular imposant que la suma dels angles d'un triangle és igual a π radians. Llavors $\pi = \pi - \alpha + \beta + \gamma$ i simplificant

$$\gamma = \alpha - \beta$$

on α i β s'han obtingut a partir de prendre mides de la plomada i la seva ombra.

Finalment establint una proporcionalitat entre l'angle γ , la longitud del seu arc d (determinat per la distància sobre el meridià entre les dues ciutats), i 2π radians de el cercle meridià i la seva longitud $2\pi R_T$, és a dir,

$$\frac{2\pi R_T}{2\pi} = \frac{d}{\gamma}$$

llavors es dedueix que:

$$R_T = \frac{d}{\gamma}$$

on γ s'ha obtingut a partir de l'observació, en radians, i d és la distància en km entre les dues ciutats. Es pot trobar d a partir d'un bon mapa

En el cas de Eratostenes l'angle β era nul i senzillament $\gamma = \alpha$, i com la distància des d'Alexandria a Syena era coneguda com a ruta de caravanes, va poder deduir el radi de la Terra donant un resultat molt correcte.

També cal esmentar que l'objectiu d'aquesta activitat no és la precisió dels resultats. Només es desitja que els estudiants descobreixin que pensant i fent servir totes les possibilitats que puguin imaginar són capaços d'obtenir resultats sorprenents.

Marees

Les marees són l'ascens i descens de l'nivell de la mar causat pels efectes combinats de la rotació de la Terra i les forces gravitacionals exercides per la Lluna i el Sol. La forma de el fons i de la riba a la zona costanera també influeix en menor mida. Les marees es produeixen amb un període d'aproximadament 12 hores i mitja.



Fig. 20: L'efecte de les marees Fig. 21: Efecte, sobre l'aigua, de l'acceleració diferenciada de la Terra en diferents àrees de l'oceà.

Les marees es deuen principalment a l'atracció entre la Lluna i la Terra. De la banda de la Terra que està de cara a la Lluna i al costat oposat ocorren les marees altes (figura 20). En els punts intermedis es donen les marees baixes.

El fenomen de les marees ja era conegut en l'antiguitat, però la seva explicació només va ser possible després de conèixer-se la Llei de Newton de la gravitació universal (1687).

$$F_g = \frac{m_T \cdot m_L}{d^2}$$

La Lluna exerceix una força gravitacional sobre la Terra. Quan hi ha una força gravitacional es pot considerar que hi ha una acceleració gravitacional que, d'acord amb la segona llei de Newton ($F = m \cdot a$). Així l'acceleració de la Lluna sobre la Terra ve donada per

$$a_g = G \frac{m_L}{d^2}$$

On m_L és la massa de la Lluna i d és la distància de la Lluna a un punt de la Terra.

La part sòlida de la Terra és un cos rígid i, per això, es pot considerar tota l'acceleració sobre aquesta part sòlida aplicada al centre de la Terra. No obstant això, l'aigua és líquida i pateix una acceleració diferenciada que depèn de la distància a la Lluna. Així l'acceleració del costat més proper a la Lluna és més gran que la del costat més allunyat. En conseqüència, la superfície de l'oceà generarà un el·lipsoide (figura 21).

Aquest el·lipsoide queda sempre amb la zona més allargada cap a la Lluna (figura 20) i la Terra va girar per sota. Així cada punt de la Terra tindrà 2 vegades al dia una marea alta seguida d'una marea baixa. Realment el període entre mareas és una mica superior a 12 hores i la raó és que la Lluna gira respecte a la Terra amb un període sinòdic de prop de 29,5 dies. El que vol dir que recorre 360° a 29,5 dies, així la Lluna va avançar en el cel prop de $12,2^\circ$ cada dia o sigui $6,6^\circ$ cada 12 hores. Com en cada hora la Terra gira sobre si mateixa prop de 15° , $6,6^\circ$ equivalen a 24 minuts, de manera que cada cicle de marea és de 12 hores i 24 minuts. Com l'interval de temps entre marea alta i marea baixa és la meitat, el temps que comprès des de la marea alta fins a la marea baixa o de la marea baixa fins a la marea alta serà d'unes 6h 12 min.

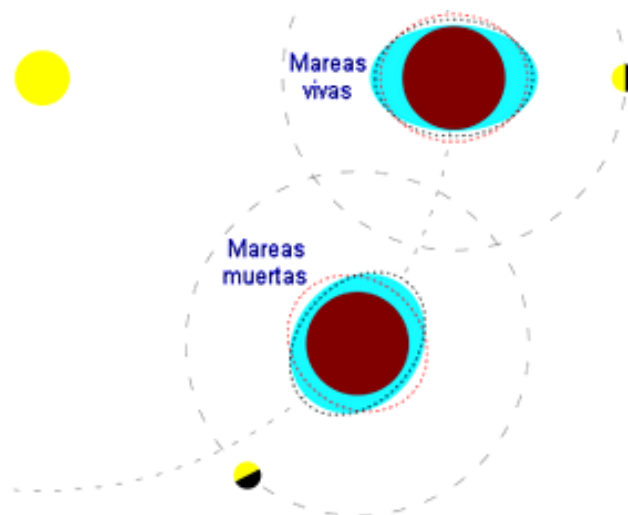


Fig 22: Mareas vivas i mareas muertas.

La Lluna és la que més influeix en les mareas degut a la seva proximitat. Però el Sol també influeix en les mareas. Quan la Lluna i el Sol estan en conjunció (Lluna nova) o en oposició (Lluna plena) es donen les mareas vives. Quan la Lluna i el Sol exerceixen atraccions

gravitacionals perpendiculars (Quart creixent i Quart minvant) es donen les mareas mortes (figura 22).

Bibliografia

- Broman, L., Estalella, R., Ros, R.M., “*Experimentos de Astronomía. 27 pasos hacia el Universo*”, Editorial Alambra, Madrid, 1988.
- Broman, L., Estalella, R., Ros, R.M., “*Experimentos de Astronomía*”, Editorial Alambra, México, 1997.
- Fucili, L., García, B., Casali, G., “A scale model to study solar eclipses”, Proceedings of 3rd EAAE Summer School, 107, 109, Barcelona, 1999
- Lanciano, N., *Strumenti per i giardino del cielo*, Edizioni junior, Spaggiari Eds, Roma, 2016
- Reddy, M. P. M., Affholder, M., “*Descriptive physical oceanography: State of the Art*”, Taylor and Francis, 249, 2001.
- Ros, R.M., “*Lunar eclipses: Viewing and Calculating Activities*”, Proceedings of 9th EAAE International Summer School, 135, 149, Barcelona, 2005.