

FITXA DEL PROJECTE - 2017

TÍTOL: Eratòstenes: Quin cap!

Centre: IES Massamagrell

Curs i Cicle (ESO/BAT/CFGM): 4^t ESO

Categoria de concurs: FÍSICA

Nom del professor/a tutor/a: Mónica Pérez Herranz i Eva Pérez Sánchez

Nom i cognoms dels participants (4 màxim), que participaran en la fira si el projecte és admès. Han de coincidir amb els registrats on-line. **NO ES PODRAN MODIFICAR UNA VEGADA REALITZADA LA INSCRIPCIÓ.**

1. Diego Caballero García

3. Carolina Gracia López

2. Blanca Fort Fontelles

4. Neus Izquierdo Indarte

1. Resum breu del projecte i objectius

El nostre projecte consisteix en determinar les dimensions de la Terra, partint de la base del mètode que va utilitzar Eratòstenes en l'any 235 a.C. Necessitem com a referència al menys dos punts situats al llarg d'un mateix meridià. És per això que hem contactat amb altres instituts que es troben en la mateixa longitud que nosaltres, però en una latitud diferent, i a suficient distància per a que hi haja variació en la incidència dels rajos solars d'uns llocs a uns altres. Hem contactat amb l'IES de Sabiñánigo (Osca) i un institut de Pau (França). Farem l'experiment el mateix dia. Consisteix en mesurar l'ombra d'un pal vertical (gnomon) quan el Sol es trobe en el punt més alt, que és quan passa pel meridià del lloc.

El nostre objectiu final és mesurar el radi de la Terra.

2. Material i muntatge (Inclou alguna figura, esquema o fotografia de resolució mitjana-baixa)

Material necessari: Un pal vertical i paper continu per a marcar la seua ombra.

Maqueta amb una planxa de policarbonat d'aproximadament 100 cm x 70 cm. (El policarbonat és un material flexible que ens servirà per corbar la superfície de la Terra). Sobre la planxa dibuixarem a escala un mapa d'Espanya i França on apareguen les ciutats, i sobre aquestes situarem dos obeliscos de fusta.

Maqueta d'un quadrant de la Terra per a mostrar com determinar la latitud d'un lloc.

Globus terraquí.

Focus de llum.

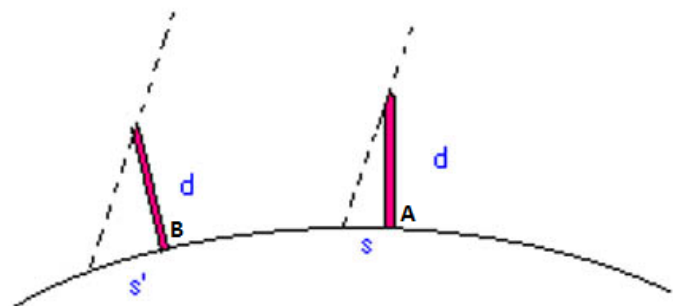
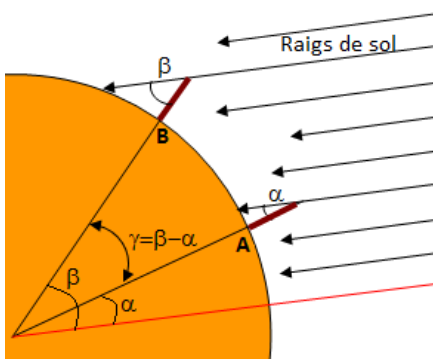
(Les maquetes estan encara en fase de construcció, per la qual cosa no podem adjuntar imatges).

3. Fonamentació: Principis físics involucrats i la seua relació amb aplicacions tecnològiques

Utilitzarem una variant del mètode d'Eratòstenes, que és la de mesurar la inclinació del Sol simultàniament en dos punts del mateix meridià, A i B, dels que coneixem la distància entre ells.

De la mateixa manera que Eratòstenes, considerarem que els raigs del Sol arriben a la superfície de la Terra de forma (pràcticament) paral·lela, donat que el Sol es troba a una gran distància del nostre planeta.

Com es pot observar amb un globus terraquí i un focus de llum, un mateix pal de longitud "d", dona ombra de diferent grandària (s i s') a la mateixa hora, sobre el mateix meridià.



Un mateix pal de longitud d, dona ombra de diferent grandària, (s i s') a la mateixa hora, sobre el mateix meridià.

Si coneixem l'altura del pal i la grandària de l'ombra, podem determinar els angles α , β i γ :

FITXA DEL PROJECTE - 2017

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{d} \quad \alpha = \operatorname{arctg} \frac{s}{d}$$

Podem establir una relació entre l'angle γ i la distància entre els punts A i B (el nostre poble i un dels altres), i fent una proporció, calcular la longitud de la circumferència de la Terra, i a partir d'aquesta, del seu radi.

4. Funcionament i Resultats: observacions i mesures.

Un dia de març, que es previnga assolellat a les tres ciutats, mesurarem l'ombra d'un pal vertical durant un interval de temps que abaste el migdia solar estimat en el nostre meridià. L'ombra menor correspon al moment en què el Sol està en el zenit. Com es pot observar en les imatges, l'ombra del pal és major quant major és la latitud del lloc on es mesure. Amb la maqueta de policarbonat, en horitzontal (si la Terra fora plana), mostrarem que la grandària de l'ombra dels dos obeliscos és la mateixa. Al contrari, si la maqueta està corbada (Terra aproximadament esfèrica), l'ombra de l'obelisc situat en la ciutat de major latitud, és també major.

La mesura de la distància entre els llocs on es fa l'experiment (Massamagrell-Sabiñánigo o Massamagrell-Pau no és un problema hui dia perquè tenim a la nostra disposició moltes aplicacions informàtiques i pàgines d'internet que ens donen aquesta informació, per exemple google maps.

Sense aquestes aplicacions, per saber quina distància hi ha d'un lloc a un altre hauríem d'agafar un mapa de paper, un regle i una calculadora, fer els càlculs amb l'escala, canvis d'unitats... Tampoc molt problemàtic.

No obstant això, la mesura de la distància entre dues localitats del mateix meridià ha sigut un problema complicat de resoldre:

Eratòstenes, a l'any 235 a.C. necessitava conèixer la distància entre les actuals ciutats egípcies Assuan i Alexandria, separades per més de 700 km. La llegenda diu que va ordenar (i va pagar de la seva butxaca) als caps de caravanes que mesuraren la distància entre les dues ciutats. Per a això havien de posar esclaus a comptar les voltes de roda que donaven els carros, a estendre llargues cordes al llarg del camí, a comptar passos regulars, etc. Però en el període hel·lenístic en que va viure Eratòstenes, ja es coneixia l'hodòmetre i les mesures de les distàncies amb mètodes topogràfics de triangulació.

En 1791, l'Assemblea francesa es va plantejar definir una unitat de longitud basada en les dimensions de la Terra. La tasca va ser encomanada als astrònoms Jean Baptiste Delambre i Pierre Francois Mechain, que havien de seguir la línia imaginària que marca el meridià zero des de Dunquerque, al Canal de la Manxa, fins a Barcelona. Van escollir el mètode de triangulació: en lloc de mesurar milers de quilòmetres, van mesurar els angles d'una successió de triangles adjacents, i per operacions geomètriques elementals van determinar la longitud del meridià. La tasca els va portar set anys, i tot i les dificultats, tant de caràcter científic com no científic, i errors comesos, van complir l'objectiu d'establir el metre com a unitat de mesura internacional, que es va definir com la deumilionèsima de la quarta part del meridià terrestre.

5. Conclusions

Comprovarem que el trànsit solar és el mateix en tots els punts d'un mateix meridià.

Amb les dades obtingudes, determinarem el radi de la Terra, determinació que va fer també Eratòstenes a l'any 235 a.C. sense internet i sense cap de les ferramentes que tenim al nostre abast. Les úniques eines d'Eratòstenes van ser pals, ulls, peus i cervell, a més d'imaginació i gust per l'experimentació. Amb aquests elements va deduir la circumferència de la Terra amb un error bastant xicotet, el que constitueix un èxit notable per al temps en què ho va fer.

6. Bibliografia

"De Arquímedes a Einstein: Los diez experimentos más bellos de la física" Manuel Lozano Leyva.

"La medida de todas las cosas" Ken Alder.

<http://mimosa.pntic.mec.es/jgomez53/matema/practica/eratostenes.htm>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Erat%C3%B3stenes>

<https://www.youtube.com/watch?v=UeIQnjOEGUY>

<http://www.distanciaentreciudades.com.es/>