RETE DI ERATOSTENE

(CALCOLO DELLE DIMENSIONI DELLA TERRA)

ISTITUTO SUPERIORE “ETTORE MAJORANA” – PALERMO

Classe: 1F (I.T.I.)

Referente : Maria Luisa Tuscano

RELAZIONE

CALCOLO DELLA CIRCONFERENZA TERRESTRE CON METODO GNOMONICO (PROCEDURA DI ERATOSTENE)

DATE DELLE ESPERIENZE: 23/3/20 26/3/20 10/5/2001

L'esperienza richiede l'applicazione di un metodo che consente di ottenere indirettamente una misura di lunghezza di un ordine di grandezza diverso da quello comunemente praticato. Si ripropone la procedura di Eratostene in una versione parzialmente modificata. Il calcolo di Eratostene era infatti basato su due tipi di misure dirette. L'attuale versione del metodo prevede invece una misura gnomonica diretta ed una misura lineare ricavata da una rappresentazione del territorio (carta geografica).

OBIETTIVI GENERALI

- Educare all'operatività in squadra
- Educare alla messa a punto di uno strumento
- Promuovere osservazioni razionali attraverso misurazione
- Consolidare o acquisire elementi di geometria, geodesia, astronomia
- Operare in rete

OBIETTIVO SPECIFICO

- Risalire alla lunghezza della circonferenza terrestre attraverso le distanze angolare e lineare di due località a diversa latitudine che per semplificazione vengono considerate sullo stesso meridiano geografico..

STRUMENTAZIONE

1. Cinque gnomoni con foro, alti 213 mm, poggiati direttamente per terra per una migliore stabilità. Per la costruzione di ogni gnomone è stata utilizzata una tavoletta di multistrato con superficie plastificata su cui è stato fissato saldamente con nastro adesivo da imballaggio un elemento metallico ad L, allungato con un secondo elemento a sbarra, ancorato posteriormente al primo con due viti. Il foro terminale del pezzo superiore è stato ricoperto con nastro adesivo opaco ed in esso è stato praticato un piccolo foro con una punta di compasso.
2. Gnomone tubolare (3,013 m) verticale fissato al pavimento della terrazza dell'Istituto.

MATERIALE

- Tavolette di multistrato con superficie plastificata (35cm x 35cm).
- Sbarrette metalliche ad L e rettangolari per il montaggio di mensole.
- Nastro adesivo da imballaggio
- Livella
- Inclinometro
- Compassi, squadrette e pennarelli a punta sottile
- Carta topografica dell' I.G.M. (tavoletta 1: 25.000)
- Carta geografica dell'Italia (Proiezione conica equidistante di Delisle 1:3.000.000)
- Carta nautica (Proiezione di Mercatore 1 : 1.000.000)

PROCEDIMENTO

La distanza angolare tra le scuole, ovvero la differenza di latitudine, viene ottenuta per differenza delle misure, nella stessa data, delle altezze del sole al momento della culminazione sulle due località considerate. L'angolo d'altezza solare viene ricavato con uso di gnomone ed applicazione delle proprietà trigonometriche al triangolo rettangolo i cui cateti sono costituiti dall'altezza dello gnomone e dalla lunghezza dell'ombra (l'età contenuta degli allievi ha fatto, però, preferire la calcolatrice di Eratostene).

La distanza lineare viene invece ricavata in una carta geografica. A tal fine si preferisce una carta equidistante con applicazione del fattore di scala oppure una carta nautica (proiezione di Marcatore) con computo dei migli marini per ciascun grado di latitudine (per il diverso sviluppo lineare della proiezione). Le posizioni delle città vengono proiettate graficamente sullo stesso meridiano per il calcolo della distanza.

ESPERIENZA DEL 23 MARZO 2001

Declinazione solare: + 1° 08'

PALERMO – I. MAJORANA

Altezza solare prevista: 52°, 97

(Colatitudine + declinazione solare)

Abbinamento:

SCUOLA MEDIA B. CROCE, GONZAGA (MN)

Referente: Mariarosa Sanfelici

SCUOLA MEDIA G. SARTO, CASTELFRANCO V.

Referente: Elsa Stocco

Condizioni operative e risultati

Cinque postazioni. La misura è stata effettuata alle 12h13' in condizioni di tempo limpido, sul campo di tennis dell'Istituto e ha avuto valore preparatorio per quella del 26 marzo. Per ogni tavoletta è stata verificata la posizione orizzontale con una livella; nel complesso sono stati necessari pochi aggiustamenti. Si è verificata sempre con livella anche la verticalità della sbarretta con foro gnomonico alto 213mm. Con un pennarello a punta sottile è stato segnato sulla tavoletta il piede della sbarretta verticale, in un piccolo incavo presente alla base della faccia posteriore. Al momento della culminazione è stata segnata la posizione dell'immagine solare, che pur non essendo netta, è stata comunque osservabile. Subito dopo sono stati staccati gli gnomoni metallici dalla tavoletta su cui si è facilmente misurata la distanza tra i due punti segnati. Si è ottenuto:

Valore medio dell'ombra: 166 mm

Altezza solare: 52° (+ - 0,6°)

Dal confronto con i risultati d'altezza solare ottenuti dalle scuole a cui si fa riferimento

	DIFFERENZA ALTEZZE S.	DISTANZA KM	CIRCONFERENZA TERRESTRE KM
PALERMO MANTOVA	6°, 67	771	41631
PALERMO CASTELFRANCO V.	6°, 62	834,5	45.380

ESPERIENZA DEL 26 MARZO 2001

Declinazione solare: + 2° !9'

PALERMO -I. MAJORANA

Altezza solare prevista: 54°,16

(Colatitudine + declinazione solare)

Abbinamento con:

CITTA' DELLA SCIENZA

Referente: Alessandra Zanazzi

LICEO CLASSICO " B. RUSSEL", ROMA

Referente: Vera Di Sora

SCUOLA MEDIA G.SARTO, CASTELFRANCO VENETO (TV)

Referente: Elsa Stocco

Condizioni operative e risultati

Cinque postazioni. Condizioni di tempo buone, cielo limpido e pieno sole.

Sono stati utilizzati i cinque gnomoni metallici già descritti, poggiati sul pavimento della terrazza di copertura dell' Istituto. Mediante livella è stata verificata la corretta messa in piano delle tavolette e la verticalità degli gnomoni; il pavimento a mattoni è risultato talvolta poco regolare, richiedendo un più attento aggiustamento delle tavolette con zeppe di carta. Il foro terminale della sbarretta verticale è stato ricoperto con nastro adesivo opaco e con punta di compasso è stato praticato il foro gnomonico. La dimensione dell'immagine solare è risultata così contenuta da non richiedere particolari accorgimenti se non quello di mantenersi all'interno di essa. L'altezza del foro è di 213 mm . La misura è stata effettuata alle 13 h 12' (orario civile) con le stesse modalità utilizzate nella precedente misurazione.

Sono stati ottenuti i seguenti risultati:

POSTAZIONE	LUNGHEZZA OMBRA
1.	158 mm
2.	153 mm
3.	155 mm
4.	156 mm
5.	misurazione non corretta

Valore medio di lunghezza dell'ombra: 155 mm

Altezza del Sole: 53°, 9

Dal confronto con i risultati d'altezza solare ottenuti dalle Scuole a cui si fa riferimento:

	DIFFERENZA ALTEZZA S.	DISTANZA KM	CIRCONFERENZA TERRESTRE KM
PALERMO NAPOLI	1°, 6	301,8	67.725
PALERMO ROMA	3°, 9	416,7	38.464
PALERMO CASTELFRANCO V.	7°,38	834,5	40.707

ESPERIENZA DEL 10 MAGGIO 2001

Declinazione solare: 17°45'

PALERMO – I. MAJORANA

Altezza solare prevista: 69°,59

(Colatitudine + declinazione solare)

Abbinamento con:

SCUOLA MEDIA “VETTOR PISANI” – VENEZIA LIDO

Referente: NICOLA SCARPEL

Condizioni operative e risultati

Cinque postazioni miste. Condizioni di tempo incerto, nuvolosità sparsa e sole pallido.

Sono stati utilizzati quattro gnomoni metallici già descritti, controllati per la messa in piano con livella. Per la verifica della verticalità si è utilizzato un inclinometro che ha consentito di misurare l'eventuale scostamento dalla verticale: sono stati verificati valori contenuti nel mezzo grado. Un quinto gnomone, preparato per la misura è stato scartato perché ha evidenziato uno scostamento dalla verticale di 1°30'. La modesta condizione di luce non avrebbe consentito di apprezzare l'immagine solare e pertanto si è deciso di utilizzare l'ombra prodotta dal bordo superiore della sbarretta verticale. Gli gnomoni sono risultati, pertanto, alti 222 mm. E' stato utilizzato anche uno gnomone tubolare di 3013 mm, ancorato stabilmente al pavimento, con una traccia di linea meridiana metallica, purtroppo un po' scurita dagli agenti atmosferici. Si è reso pertanto necessario sovrapporre al pavimento una delle tavolette di multistrato con superficie chiara per la ricerca dell'estremità dell'ombra al momento della culminazione; la punta dell'ombra non è risultata netta. Si è pure utilizzato un filo da pesca collegato allo gnomone alto per ottenere direttamente l'angolo d'altezza su una tavoletta collocata verticalmente sul pavimento. Le misure sono state effettuate alle 13h03'(orario civile).

Sono stati ottenuti i seguenti risultati:

POSTAZIONE	LUNGHEZZA OMBRA
1.	77 mm
2.	84 mm
3.	82 mm
4.	80 mm

Valore medio di lunghezza dell'ombra: 80,5 mm (A)

Altezza del sole: 70° (+ - 0,7)

Lunghezza dell'ombra dello gnomone grande: 1148 mm

Altezza del sole: 69°,1 (B)

La notevole differenza di dimensioni dei primi quattro gnomoni con il quinto rende non omogenee le misure e pertanto non si è ritenuto di ricavare un valore medio tra i due valori d'altezza.

Dal confronto con il risultato d'altezza solare ottenuto dalla Scuola abbinata

	DIFFERENZA ALTEZZA S.		DISTANZA KM	CIRCONFERENZA TERRESTRE KM
PALERMO	7°,6 (A)		811	38.415
VENEZIA	6°,7 (B)		811	43.576

CONSIDERAZIONI SUL PROCEDIMENTO E SUI RISULTATI

Le misure dell'altezza del sole sembrano ragionevolmente accettabili, essendo contenute all'interno del grado rispetto ai valori stimati. Particolarmente coerente è quella del 26 marzo, tenuto anche conto del fatto che in tale data le variazioni di declinazione solare sono ancora apprezzabili. Gli errori assoluti accertati sono:

+ 58' misura del 26 marzo
- 15' misura del 26 marzo
+ 26' misura del 10 maggio

Le distanze lineari delle scuole, riferite all'arco di meridiano, hanno offerto un maggiore grado di incertezza per il tipo di carta utilizzata che, originariamente, era una comune carta equivalente. Ritenendo di escludere sia calcoli che richiedessero applicazione della trigonometria sferica, sia uso di carte gnomoniche che, pur consentendo misure in ortodromica, prevedono, però, particolari accorgimenti operativi, si è preferito controllare tali distanze su carta conica equidistante di Delisle; essa, tuttavia, per il fattore di scala (1:3.000.000) non ha garantito adeguata precisione. Non volendo sostituire l'applicazione su carta geografica con il calcolo della distanza mediante differenza di latitudine ($1^\circ = 111 \text{ Km}$) si è giunti al compromesso metodologico dell'uso della carta nautica di Mercatore con computo dei migli marini. Questa carta, pur richiedendo di lavorare in lossodromica, offre infatti il vantaggio di presentare il reticolato geografico rettificato, favorendo una corretta proiezione grafica delle località considerate sullo stesso meridiano. Paragonando il miglio marino (1852 m) al "passo del dromedario" un gruppo di ragazzi ha recentemente conteggiato i migli all'interno di fasce latitudinali di 1° tenendo conto del diverso sviluppo lineare della carta per risalire alla distanza cercata. Per Castelfranco Veneto, località non indicata in detta carta si è integrato il valore ottenuto su Palermo- Venezia con la carta di Delisle. Si riconosce che in questo modo si è richiamato un concetto, la latitudine, che non dovrebbe essere presente nel percorso logico dell'esperienza, visto che Eratostene non ne faceva uso. Il problema cartografico è risultato, pertanto, non meno interessante di quello gnomonico, evidenziando opportunità didattiche sia per gli alunni che per l'insegnante.

Per quanto concerne la valutazione del valore della circonferenza terrestre si fa riferimento al valore più coerente al reale, ottenuto il 26 marzo in abbinamento con Castelfranco Veneto :

Circonferenza calcolata: 40.707 Km

Maria Luisa Tuscano