

GLI ESPERIMENTI

ERATOSTENE MISURA IL RAGGIO TERRESTRE



Nel III secolo a.C. Eratostene di Cirene (città che si trova nell'odierna Libia) misurò il raggio della Terra ottenendo una misura che differisce solo del 5% dal valore attualmente conosciuto.

Oggi la determinazione delle dimensioni del nostro pianeta è facilitata dalle sonde spaziali. Ma come era possibile, più di duemila anni fa, calcolare le dimensioni del nostro pianeta se le distanze in gioco erano enormi per quei tempi e la prima circumnavigazione della Terra era ancora molto lontana?

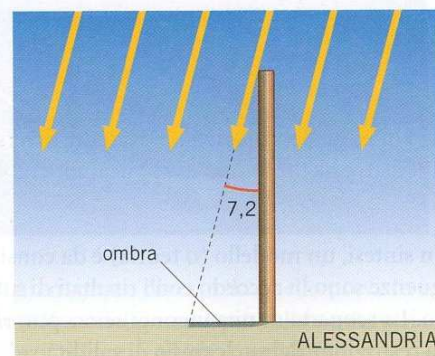
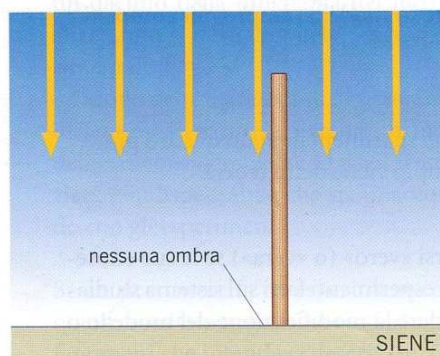
Il merito di Eratostene fu proprio quello di effettuare una misura così precisa senza l'ausilio di nessun mezzo tecnologico. L'unico strumento di cui egli si servì è incredibilmente semplice: lo «gnomone», un bastone piantato verticalmente in un terreno perfettamente pianeggiante. Studiandone l'ombra si possono seguire i movimenti del Sole durante il giorno e durante l'anno.

L'ESPERIMENTO

Eratostene sapeva che a Siene (una città dell'antico Egitto, attuale Assuan) a mezzogiorno del solstizio d'estate il Sole illumina il fondo dei pozzi. Questo fenomeno dipende dal fatto che, trovandosi su un tropico, i raggi del Sole cadono esattamente perpendicolari alla città. Quindi, in quel momento, un bastone piantato verticalmente a terra non proietta nessuna ombra: il sole è allo zenit.

Nello stesso giorno Eratostene fece misurare l'ombra dello gnomone ad Alessandria, una città che, secondo le sue conoscenze, si trovava a nord di Siene, sullo stesso meridiano, a una distanza di 5000 stadi. Grazie a tale misurazione egli stabilì che la direzione dei raggi solari formava un angolo di $7,2^\circ$ con la verticale, cioè $1/50$ di un angolo giro.

Da questo esperimento Eratostene dedusse che la circonferenza della Terra doveva essere 50 volte la distanza tra Alessandria e Siene, quindi 250 000 stadi,



equivalenti a 39 000 km. Ma analizziamo l'esperimento più nel dettaglio.

LA DESCRIZIONE MATEMATICA

La misurazione di Eratostene si fondava su due conoscenze di tipo geometrico:

1. due rette parallele tagliate da una trasversale formano angoli alterni interni uguali;
2. gli archi di circonferenza sono proporzionali ai rispettivi angoli al centro.

Egli, inoltre, considerò i raggi solari fra loro paralleli, assunzione corretta a causa della grande distanza del Sole dalla Terra. Il fatto che la Terra fosse sferica era già stato provato da Aristotele (384-322 a.C.).

Come si vede dalla figura, nelle condizioni scelte da Eratostene, l'angolo α di inclinazione dei raggi solari ad Alessandria è uguale all'angolo al centro β formato dai raggi che uniscono il centro della Terra con le due città.

È quindi possibile impostare la proporzione

(circonferenza terrestre) : (distanza Siene-Alessandria) = (angolo giro) : (angolo β),

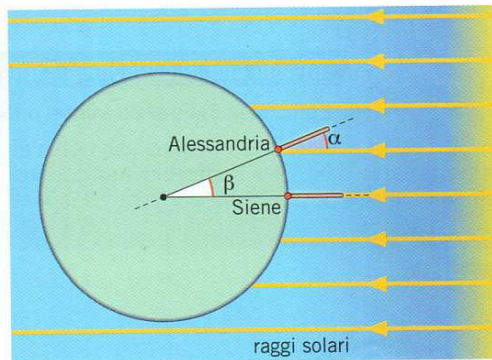
da cui si ottiene

$$\begin{aligned} (\text{circonferenza terrestre}) &= (\text{distanza Siene-Alessandria}) \times \frac{(\text{angolo giro})}{(\text{angolo } \beta)} \\ &= (5000 \text{ stadi}) \times \frac{360^\circ}{7,2^\circ} \\ &= 2,5 \times 10^5 \text{ stadi.} \end{aligned}$$

Sulla base di testi antichi si ritiene che uno stadio equivalga a 156 m, perciò la circonferenza terrestre trovata da Eratostene risulta

$$(2,5 \times 10^5) \times (156 \text{ m}) = 3,9 \times 10^7 \text{ m,}$$

un risultato straordinariamente simile a quello accettato oggi ($4,01 \times 10^7 \text{ m}$).



GENIO E SEMPLICITÀ

L'esperimento di Eratostene, nella sua semplicità concettuale, mostra tutta la potenza del metodo scientifico, capace di inventare esperimenti semplici e fantasiosi per risolvere problemi complessi. Alla base di questo metodo, che conduce a risultati che tutti possono verificare ripetendo l'esperimento, c'è un modello matematico.

Lo stupore di questa misura fu immenso anche nell'antichità. Plinio il Vecchio la definì «impresa inaudita ma così semplice che è impossibile non credergli».

Considerando l'epoca, il risultato della misurazione del meridiano terrestre da parte di Eratostene è straordinariamente vicino a quello su cui ci si basò alla fine del Settecento per stabilire il valore di riferimento delle lunghezze nel sistema metrico decimale.

CHI ERA ERATOSTENE?

Eratostene nacque a Cirene (nell'attuale Libia) attorno al 276 a.C. e morì ad Alessandria d'Egitto attorno al 194 a.C.

Dopo avere compiuto gli studi a Cirene e ad Atene, fu chiamato in Egitto da Tolomeo III Evergete, per divenire il tutore del figlio del re e direttore della Biblioteca di Alessandria. Come molti altri geni dell'antichità, Eratostene non era solo un matematico e un astronomo, ma anche filosofo, poeta, letterato, geografo e storico.

Come matematico è ricordato per un'originale soluzione del problema della duplicazione del cubo e per il crivello di Eratostene, un algoritmo di ricerca dei numeri primi ancora oggi molto usato nella teoria dei numeri.

Come astronomo, oltre al valore del raggio terrestre, determinò l'inclinazione dell'eclittica, dette una valutazione delle distanze Terra-Luna e Terra-Sole e compilò un catalogo che descriveva stelle e costellazioni.

Come geografo realizzò una cartina di tutto il mondo conosciuto, che conteneva Gibilterra, le isole britanniche, il mar Caspio, l'Himalaya, l'India e l'Etiopia. Fu Eratostene, tra l'altro, a introdurre per primo il termine «geografia».

Come storico determinò le date della caduta di Troia, della prima olimpiade, dell'invasione di Serse e della guerra del Peloponneso. Fu lui inoltre a proporre un sistema di numerazione degli anni a partire dalla prima olimpiade.