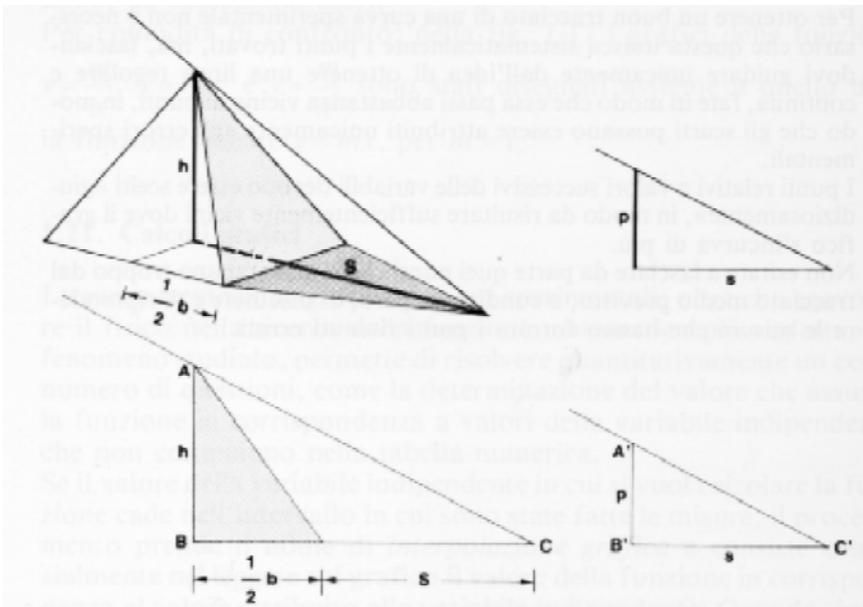


Talete misura l'altezza della piramide di Cheope (VI sec. a.C.)

Talete di Mileto, vissuto nel VI secolo a.C., filosofo, matematico e astronomo greco nonché grande Viaggiatore, è stato il primo scienziato dell'antichità a concepire l'idea di spiegare la molteplicità dei fenomeni che caratterizzano le svariate manifestazioni fisiche della materia con il minor numero di ipotesi, postulando l'esistenza di una «materia primordiale», (l'acqua), unica e immutabile, «che si conserva sempre e dalla quale tutte le cose sono generate».

Si dice anche egli sia riuscito a predire un'eclissi di Sole, ma probabilmente ne aveva imparato il calcolo dai Babilonesi. Comunque, le ricerche di Talete che ci sono state tramandate riguardano per lo più la geometria. Gli si attribuisce, fra le altre cose, un metodo per determinare l'altezza di un edificio in base alla sua ombra e si racconta in proposito che egli abbia applicato tale metodo, durante un viaggio in Egitto, per misurare l'altezza della piramide di Cheope, suscitando stupore e ammirazione tra gli abitanti di quel paese.



La fig. illustra il metodo usato da Talete per questa determinazione, metodo che ciascuno di voi potrebbe adottare per determinare l'altezza di qualunque oggetto inaccessibile.

Si pianta verticalmente un bastone nel terreno, in modo che il bastone, il raggio solare che passa per la cima di esso e l'ombra proiettata dal bastone formino un triangolo rettangolo (*gnomone*), e sapendo che il rapporto tra l'altezza "p" del bastone e la lunghezza "s" della sua ombra è uguale al

rapporto fra l'altezza "h" della piramide e la somma della lunghezza "S" dell'ombra e della metà del lato "b" di base della piramide (similitudine tra i due triangoli), si può calcolare l'altezza con una semplice proporzione :

$$p : s = h : (S + b/2)$$

ricavando poi con semplici passaggi algebrici il risultato cercato :

$$h = p (S + b/2) / s$$

(Tratto da "Fisica ed esercitazioni" di L. Miano ed A. Corti – Fabbri Editori - 1992)

La piramide di Cheope misura 227 m di lato e 137 m di altezza, ma non si sa quali furono i valori ottenuti da Talete, al quale va comunque riconosciuto il merito di aver utilizzato un metodo ingegnoso sfruttando le sue conoscenze di geometria.

Qualcuno ha mai sentito parlare il prof. di matematica del "Teorema di Talete" ?

Aristarco di Samo (310-250 a.C.)

La prima teoria eliocentrica ed i primi tentativi di calcolo delle distanze astronomiche

Un famoso antico “misuratore” fu Aristarco di Samo, che fece il primo serio tentativo di matematizzazione dell'Universo. Egli fu il primo astronomo dell'antichità che tentò di calcolare la distanza Terra-Sole in rapporto a quella Terra-Luna. Aristarco partì dal presupposto che, quando la Luna si trova al primo quarto, i tre corpi celesti danno vita a un triangolo rettangolo, dove sull'angolo retto si trova la Luna stessa. Misurando α si può ricavare $\beta = (90 - \alpha)$ e calcolare il rapporto tra le distanze TS e TL con una semplice proporzione, come spiegato nella didascalia della figura.

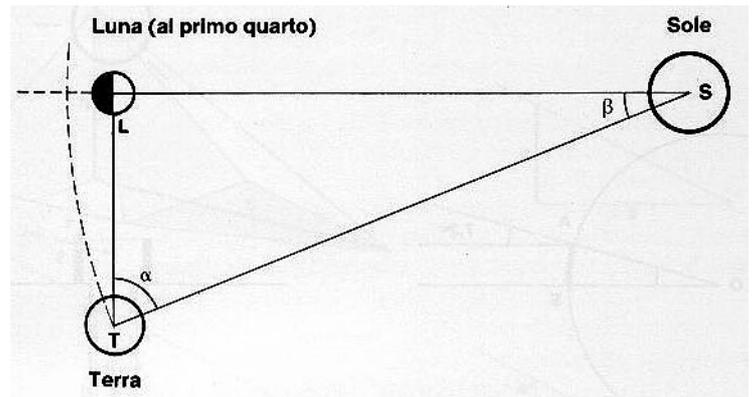


Fig. 3. Metodo di Aristarco per misurare la distanza Terra-Sole TS in rapporto alla distanza Terra-Luna TL. Considerando il triangolo rettangolo TSL come un settore circolare di raggio $TS \approx TL$ (essendo β molto piccolo), vale la proporzione:

$$\frac{\beta^\circ}{360^\circ} = \frac{LT}{2\pi \cdot ST}$$

che, ponendo $\beta = 90^\circ - 87^\circ = 3^\circ$, diventa:

$$\frac{1}{120} = \frac{LT}{2\pi \cdot ST}$$

da cui:

$$ST = \frac{120 \cdot LT}{2\pi} \approx \frac{120 \cdot LT}{6} = 20 \cdot LT$$

Aristarco, con questi calcoli trigonometrici, stimò che l'angolo α fosse di 87° , dal che dedusse, di conseguenza, che il Sole fosse più distante della Luna, rispetto al nostro pianeta, di venti volte. Oggi sappiamo invece che tale distanza è pari a quattrocento volte. L'errore di Aristarco, pur se il metodo è da considerarsi corretto e geniale, era dovuto al fatto che l'angolo α differisce di molto poco da 90° (esattamente $89^\circ 50'$), e un minimo errore nella determinazione di questo valore può influire pesantemente sul risultato finale.

Aristarco voleva anche calcolare il diametro effettivo dei corpi, visto che quello apparente di Sole e Luna era praticamente uguale, come si può notare nel corso delle eclissi totali di Sole. Sulla base dei calcoli precedenti dedusse che il diametro del Sole fosse compreso in un intervallo oscillante fra i $19/3$ e $43/6$ di quello terrestre. Oggi sappiamo che questo valore è pari a 109 volte (1.392.000 km il diametro del Sole e 12.756 Km quello terrestre). Naturalmente questo errore traeva la propria origine dal fatto che erano sbagliate le misurazioni sulle distanze dei corpi. Questo tuttavia non inficia il valore degli studi di questi astronomi, che non avevano certo a disposizione gli strumenti perfezionati di oggi.

Aristarco di Samo fu anche il primo a proporre un metodo per misurare la distanza della Luna dalla Terra in diametri terrestri, metodo che fu ripreso, 150 anni dopo, dal grande astronomo Ipparco che riuscì a ottenere valori assai precisi. Dalle sue osservazioni Ipparco ottenne per la distanza Terra-Luna un valore pari a circa 30 diametri terrestri che, rifacendosi alle misure di Eratostene del raggio terrestre, equivale approssimativamente a 380.000 km, un risultato straordinariamente buono per una scienza ancora in fasce e ai suoi primi timidi tentativi di esplorazione dell'Universo.

In contrapposizione con la teoria cosmologica delle “sfere concentriche” di Eudosso di Cnido (409-356 a.C.), rimaneggiata poi da Aristotele, la teoria di Aristarco era una teoria eliocentrica perché riteneva che il Sole fosse fermo e che la Terra ed i pianeti si muovessero in orbite circolari attorno al Sole. Nella teoria di Aristarco, tutti i moti osservati nel cielo, da quello apparente del Sole a quello retrogrado dei pianeti, erano conseguenza del moto di rotazione della Terra su se stessa e del suo moto di rivoluzione attorno al Sole.

Ma sebbene la maggior parte dei dati allora osservabili confermasse piuttosto bene la teoria di Aristarco, questa fu rifiutata da tutti, in parte perché contraria al pregiudizio che la Terra fosse immobile al centro dell'universo, in parte perché osteggiata da alcune personalità illustri del mondo antico, come Aristotele e Archimede.

Eratostene da Cirene (276-194 a.C.) e la circonferenza terrestre

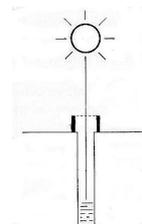
Anticamente gli uomini pensavano che la Terra fosse piatta e la immaginavano come una specie di disco galleggiante sull'oceano. Anche Talete era di questa opinione.

Il riconoscimento della sfericità della Terra è attribuito a Pitagora e ai suoi discepoli, ma le prime citazioni a sostegno della rotondità della Terra si trovano nel *"De Coelo"* di Aristotele (384-322 a.C.) e riguardano essenzialmente le stesse prove che gli insegnanti di geografia usano ancora oggi a scuola per introdurre l'argomento: il fatto che durante l'eclissi di Luna si può vedere l'ombra circolare della Terra proiettata sulla superficie lunare, l'osservazione che quando una nave si avvicina compaiono sull'orizzonte prima la sommità degli alberi e poi, gradualmente, le parti inferiori della nave, il fatto che un osservatore che abita una regione a sud vede tutt'altro cielo di un altro osservatore che abita una regione più a nord.

Naturalmente, una volta riconosciuta la forma sferica della Terra, nacque il problema di come misurarne la circonferenza. Una prima valutazione grossolana della circonferenza della Terra fu fatta da Aristotele, ma il primo calcolo accurato è posteriore ed è dovuto principalmente a Eratostene (276-194 a.C.), geografo e astronomo che lavorava nella famosa biblioteca di Alessandria, la più grande e la più ricca biblioteca dell'antichità.

Il metodo sviluppato da Eratostene è descritto nella *"Teoria delle rivoluzioni dei corpi celesti"* di Cleomede, un autore vissuto probabilmente agli inizi dell'era cristiana, e consiste nel misurare la distanza tra due punti posti sullo stesso meridiano e nel determinare l'ampiezza dell'arco corrispondente a tale distanza.

L'astronomo greco partiva da due osservazioni ben precise. Egli sapeva che un pozzo molto profondo nella città di Siene (l'attuale Assuan), il giorno del solstizio d'estate, a mezzogiorno, veniva illuminato sino in fondo. Oggi sappiamo che ciò si verifica in quanto quella città si trova sul Tropico del Cancro, il punto della superficie terrestre in cui il Sole, il giorno del solstizio estivo, raggiunge lo zenit, cioè la verticale dell'osservatore.



Ad Alessandria d'Egitto invece, nello stesso giorno, l'ombra di un obelisco proiettata a terra mostrava una inclinazione dei raggi del Sole rispetto alla verticale pari a $7,2^\circ$. Poiché Alessandria e Assuan si trovano sullo stesso meridiano, sarebbe stato sufficiente trovare la distanza fra le due città per poter poi calcolare il diametro della circonferenza terrestre.

Già da tempo la distanza fra le due località era stata misurata dai *'bematisti'* (coloro che misuravano le distanze tenendo conto dei passi), e si sapeva dunque che era di cinquemila stadi.

Lo stadio greco corrisponde a 160 metri.

A causa dell'enorme distanza tra Sole e Terra, i raggi del Sole si possono considerare paralleli e l'angolo di $7,2^\circ$ si può ritenere uguale all'angolo al centro AOS corrispondente all'arco AS.

Disponendo di questo dato, e sapendo che AS misurava 5000 stadi, fu facile per Eratostene calcolare la lunghezza della circonferenza terrestre :

$$360 / 7,2 = 50$$

n.° di volte che l'angolo AOS quindi l'arco AS era contenuto nella circonferenza terrestre

$$5000 * 50 = 250.000$$

valore della circonferenza terrestre espresso in stadi

$$250.000 * 160 = 40.000.000 \text{ m}$$

valore della circonferenza espresso in metri

Questo valore è assai vicino a quello vero (medio) della circonferenza terrestre.

