BIBLIOTECA DI «TECHNAI»

★

1.

DIZIONARIO
DELLE SCIENZE E DELLE TECNICHE DI GRECIA E ROMA

A CURA DI

PAOLA RADICI COLACE, SILVIO M. MEDAGLIA,
LIVIO ROSSETTI, SERGIO SCONOCCHIA

DIRETTO DA

PAOLA RADICI COLACE

· II ·

M - Z

PISA · ROMA
FABRIZIO SERRA EDITORE
MMX

Volume pubblicato con il cofinanziamento del miur e delle Università di Messina, Perugia, Salerno, Trieste: Progetto prin 2006 *Dizionario della Scienza e della Tecnica in Grecia e a Roma. Autori e testi, Realien, saperi alle radici della cultura europea.*

Coordinatore Nazionale
Paola Radici Colace

*

*

Edizione aggiornata: 2010

www.libraweb.net

Uffici di Pisa: Via Santa Bibbiana 28, I 56127 Pisa,
tel. +39 050542332, fax +39 050574888, fse@libraweb.net

Uffici di Roma: Via Carlo Emanuele I 48, I 00185 Roma,
tel. +39 0670493456, fax +39 0670476605, fse.roma@libraweb.net

*

isbn 978-88-6227-184-4 (brossura)
isbn 978-88-6227-203-2 (rilegato)

SOMMARIO

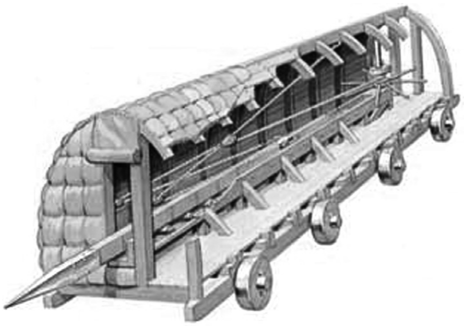


Fig. 1. Trapano (da Connolly 1998).

canalis) che fungeva da canale di scorrimento per la punta ferrata. Il canale era munito di una serie di cilindri disposti orizzontalmente, che permettevano un movimento più agile della punta stessa. La caratteristica principale del trapano, da cui dipendeva anche buona parte della sua capacità offensiva, era proprio la presenza del canale, che dava all'arma una eccellente precisione, in modo non troppo dissimile dal corpo del →*gastraphetes* dove era poggiato il dardo o, per fare un esempio moderno, dalla canna di un fucile. L'operazione di caricamento e rilascio era consentita da un sistema di funi in tensione, manovrate dagli addetti che operavano probabilmente all'interno della impalcatura. Agendo nelle dirette prossimità delle fortificazioni, la macchina doveva essere dotata anche di una copertura che potesse garantire la necessaria protezione dagli attacchi dei difensori, somigliando in questo aspetto alle →testuggini. Il trapano sapeva coniugare la precisione con una grande potenza, visto che le sue dimensioni erano davvero imponenti. Vitruvio spiega infatti che il canale era lungo più di 20m., quindi il vero e proprio trapano, sporgendo da questo, superava sensibilmente tale misura.

Bibliografia. Campbell 2003a, 18 sg.; Lendle 1983, 128 sgg.; Whitehead-Blyth 2004.

Francesco Fiorucci

Trasillo di Alessandria. Vissuto tra il I secolo a.C. e il I secolo d.C. fu un apprezzato filologo, filosofo e studioso di astrologia, padre dell'astrologo →Balbillo, tenuto in grande considerazione da Valente e da →Efestione.[1] Fu lui a dare all'edizione del *corpus* platonico la forma attuale, raggruppandone gli scritti in 9 tetralogie e assegnando a ciascun dialogo un sottotitolo che ne indicasse sommariamente la tematica principale. Contemporaneo di Germanico e →Manilio, vantò grande credito per la sua professione di astrologo alla corte dell'imperatore Tiberio. Di lui si ricorda un'opera di argomento astrologico intitolata Πίναξ,[2] non pervenuta se non in un riassunto bizantino,[3] nella quale oltre al peso della tradizione più autorevole (→Nechepso e Petosiride, Ermete Trismegisto) che l'autore cita esplicitamente, dovette confluire anche la sua esperienza di astrologo praticante.

Note. [1] Gundel-Gundel 1966, 150, n. 21. – [2] Cfr. Gundel-Gundel 1966, 149. – [3] Ed. F. Cumont, *CCAG* VIII 3, 99-101.

Bibliografia. Gundel-Gundel 1966, 148 sgg.; Urso 2002, 129.

Carmelo Lupini

Trigonometria. 1. *Generalità*. – La t. è quella parte della →matematica che cerca la *risoluzione* di un triangolo generico, ovvero la misura dei suoi elementi caratteristici (lato, angolo, mediane), mediante funzioni che mettano in relazione un elemento con gli altri (almeno tre, di cui almeno una lunghezza). Gli ambiti di applicazione sono molteplici, ed i più immediati sono senz'altro la →geometria (piana e sferica) e l'→astronomia, tanto che in Grecia la maggior parte delle conoscenze trigonometriche furono sviluppate da astronomi anziché da matematici di professione. Per secoli la t. utilizzata fu quella di →Ipparco e →Tolomeo; tuttora possiamo dire che, con le dovute integrazioni apportate in epoca rinascimentale e dalla scienza araba, la t. resta la parte della matematica più squisitamente greca, conservata nel suo spirito quasi intatta.

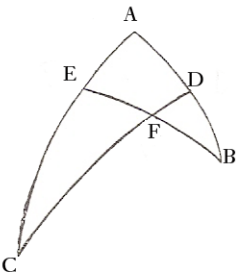
2. *Goniometria*. – Si definisce goniometria (da γωνία, angolo, e μέτρον, misura) lo studio degli angoli e delle funzioni ad essi connesse. Fin da Talete si possono raccogliere indizi che attestano l'interesse per gli angoli (→Talete, 6).[1] D'altra parte già le regolarità delle scanalature delle colonne ioniche rendono convincente l'idea che una certa dimestichezza con gli angoli fosse posseduta fin da tempi alti. Si può così pensare anche al famoso problema speciale della tripartizione dell'angolo risolto da Ippia, e anche al problema della quadratura del cerchio (→GEOMETRIA, 5): il calcolo della lunghezza della circonferenza di un cerchio, infatti, suppone che, posta l'equidivisibilità del circolo, ad essa corrisponda l'equidivisibilità della circonferenza e che possa dunque stabilirsi una qualche relazione tra l'estensione dell'angolo e la lunghezza della relativa porzione di circonferenza. Sebbene con qualche cautela, potrebbe ritenersi pitagorica la scoperta che la somma degli angoli interni di un triangolo è pari a due angoli retti (Procl. *in Eucl.* p. 379 Friedlein), ma per una definizione esplicita di 'angolo piano' come «inclinazione delle linee l'una rispetto all'altra» dobbiamo leggere il I libro degli *Elementi* di →EUCLIDE (in particolare i termini 8, 9, 11, 12, relativi all'angolo piano, retto, ottuso, acuto), mentre troviamo un'ampia trattazione di angoli e triangoli anche nei *Data* dello stesso autore (ad es. proposizioni 39-55, 63-67). Ad attestare il vivo dibattito circa la natura dell'angolo, →PROCLO dedica all'argomento un ampio *excursus* quando commenta la def. 8 del I libro degli *Elementi* di Euclide: la controversia doveva insorgere tra quanti ritenevano l'angolo una relazione (tra rette o piani), quanti lo ritenevano una proprietà della superficie o dello spazio e quanti infine lo ritenevano una quantità (Procl. *in Eucl.*, p. 121-128 Friedlein).

3. *Trigonometria.* – Dalla misurazione degli angoli e dalle relative proprietà angolari delle figure, si passa alla t., che letteralmente significa 'misurazione dei triangoli' (da τρίγωνος, triangolo, e μέτρον, misura). Un tratto distintivo della t. antica è il ricorso alla tabulazione delle corde (associando corde e valori numerici, secondo un uso introdotto da Ipparco e perfezionato da Tolomeo), anziché dei seni come avviene nell'approccio moderno, ma ciò non determina differenze sostanziali.[2] Si stabilisce un'equivalenza tra parti della circonferenza e parti del diametro suddividendo in 360 parti la circonferenza del cerchio e in 120 parti il diametro. Ogni parte così ottenuta nel cerchio e nel diametro è ulteriormente divisa in 60 parti, ed ognuna di queste in ulteriori 60 parti. Ogni numero di parti del cerchio viene allora associato ad un certo numero di parti della corda. Già Eucl. *opt.* A, prop. 8 (le grandezze uguali e parallele disugualmente intervallate dall'occhio non sono viste proporzionalmente agli intervalli; cfr. anche *opt.* A, prop. 18), sembra intuire l'equivalenza di $\tan\alpha / \tan\beta > \alpha/\beta$, con α e β angoli acuti tali che $\alpha > \beta$: è normale che ciò avvenga nell'ambito degli studi di ottica, nel quale viene postulata la direzione rettilinea dei raggi luminosi e viene ad essere indispensabile lo studio degli angoli di incidenza per capire il fenomeno della visione e il comportamento della luce. Lo sviluppo maggiore dello studio delle proprietà trigonometriche si ha però in sede di ricerche astronomiche, poiché nell'astronomia greca i moti degli astri venivano considerati perfettamente circolari: ciò ha fatto sì che si potesse distinguere, ed in un certo senso premettere, una t. sferica (relativa alle proprietà di triangoli su superfici sferiche) ad una t. piana. Molte delle nozioni trigonometriche in possesso nell'antichità sono dunque compendiate in quegli scritti che sono intitolati *Sphaerica*.

4. *Momenti della 'scienza della sfera'.* – La necessità di studiare la sfera e le proprietà delle figure in essa iscritte fu diretta conseguenza della concezione del sistema cosmologico greco, basato su due sfere concentriche: la sfera esterna è tale da delimitare il cosmo e di sostenere il moto delle stelle fisse; la sfera interna, invece, è identificabile con la terra. Nel rapporto tra le due sfere la seconda ha dimensioni di gran lunga inferiori, tanto da poter essere considerata il centro puntiforme della prima. Osservando la sfera esterna da punti diversi della terra, si osservano mutazioni anche notevoli sulla volta celeste, che devono necessariamente essere spiegate. Analogamente è necessario spiegare il differente corso del sole e la sua differente luminosità durante il ciclo delle stagioni. La suddivisione del cerchio in 360 parti è molto probabilmente dovuta ai cicli annuali di 360 giorni già in uso nei primi calendari [→CALENDARIO astrometereologico] ed è usata in maniera più programmatica da Ipsicle d'Alessandria, dovendo dar conto delle levate delle stelle (*Anaphoricus*, 150 a.C. ca). Tracce significative di conoscenze trigonometriche si trovano però già nel IV sec. a.C. in →EUDOSSO (nella perduta opera *Phaenomena*), →EUCLIDE (soprattutto nei *Phaenomena*) e Autolico (*De ortibus*, *De sphaera quae movetur*), sebbene il loro approccio resti ancora acerbo. Sembra che sia stato →IPPARCO di Nicea nel II sec. a.C. (che scrisse un *Trattato sulle levate simultanee* e *Sulle ascensioni dei dodici segni zodiacali*) a compilare una prima tavola trigonometrica, per risolvere ogni possibile triangolo, ovvero individuare tutti gli angoli e le lunghezze dei lati quando è nota solo una parte di essi. La tavola di Ipparco si basava su una circonferenza data di raggio *r* per calcolare il valore della corda sottesa dagli angoli minori di 180°. Ipparco avrebbe anche scoperto il modo di rappresentare la superficie della sfera su un piano equatoriale mediante proiezione stereografica dal polo sud della sfera.

Per l'ulteriore definirsi di questa t. furono preziosi gli astronomi e i matematici di area alessandrina. La loro peculiarità sembra quella di aver dato alla scienza greca un'attitudine pratica, capace di produrre una matematica ed un'astronomia quantitative: dalle cosmologie di →Platone e →Aristotele si sentì il bisogno di passare ad una astronomia con approccio più 'calcolistico', capace di fornire previsioni di fenomeni intorno ai quali si andava indagando ormai da molto (ne è un esempio la questione della previsione di eclissi o lo studio dello zodiaco). Devono aver dato il loro contributo Teodosio di Tripoli (*De diebus et noctibus*, *De habitationibus*, *Sphaerica*, I sec. a.C.: cfr. Str. 12, 4, 9) e →Gemino di Rodi, che compendiò in una *Introduzione ai fenomeni celesti* le conoscenze relative al modello cosmologico a due sfere. Infine, arrivando al I sec. d.C., fu Menelao di Alessandria (*Sphaerica*, I-II sec. d.C.) a profondere un impegno di rilievo nella ricerca trigonometrica poiché a lui si deve la prima denominazione dei triangoli sferici (ἐν τοῖς σφαιρικοῖς τριπλεύροις), nonché l'esame delle differenze tra le proprietà dei triangoli piani e dei triangoli sferici ed infine il teorema noto come 'teorema di Menelao'.[3] La t. sferica trova ampio spazio nell'opera di Tolomeo, ed infine nei commenti degli alessandrini →Pappo e →Teone.

5. *Tolomeo.* – Basandosi sul sistema ideato da Ipparco, →Tolomeo (100-178 ca. d.C.) sviluppa la t. nella sua opera più conosciuta: originariamente intitolata *Collezione matematica* (Μαθηματικὴ σύνταξις). È qui che Tolomeo elabora una tavola delle corde: lavorando sugli angoli compresi tra 0° e 180°. Tolomeo vuole mostrare come è possibile trovare tutti gli elementi caratterizzanti un triangolo, combinando un certo numero di elementi noti. Queste operazioni sono possibili e sono spiegate ricorrendo ad alcune proposizioni fondamentali di t. come il già citato 'teorema di Menelao'. Questo, relativo ai triangoli sferici, afferma che, dati due archi di circolo massimo AB e AG tracciati sopra una sfera e minori di una semicirconferenza, ed altri due CD e BE terminanti ai due primi e con punto di intersezione in F, si avrà $\frac{\sin CE}{\sin EA}=\frac{\sin CF}{\sin FD}\frac{\sin DB}{\sin BA}$. Un esempio di applicazione trigonometrica all'astronomia è in *Almag.* 4, 6 (cfr. Neuegebauer 1974, 247-251). I teoremi trigonometrici sono introdotti da Tolomeo per un fine preciso: il calcolo delle tavole dei tempi di levata e degli angoli. Lo studio della sfera è completato nel *Planisphaerium*, inerente il metodo per la costruzione di un astrolabio, e negli *Analemmata*, vertenti sulla costruzione di un sistema di coordinate sulla sfera per una determinata regione.



Note. [1] Probabilmente intendendo l'angolo come una 'figura' avente una certa forma, alla maniera del *seqet* egiziano. Questa era una grandezza rappresentante il rapporto tra la diagonale di base di una piramide e il suo spigolo e ricorre con una certa frequenza nei calcoli del papiro matematico di Rhind. Cfr. Heath 1921, 131 e Rankin 1960. – [2] Si tratta di tenere conto delle equivalenze: sin x = corda $2x$ / 120 e cos x = corda $(\pi\text{-}2x)/120$. – [3] Per il piano: Se i punti P, Q, R appartenenti rispettivamente ai lati (o ai loro prolungamenti) AB, BC e CA di un triangolo ABC sono collineari, allora vale (AP/PB)(BQ/QC)(CR/RA)= -1.

Bibliografia. Acerbi 2007b; Berggren 1991-a; Berggren 2001; Cohen-Drabkin 1948; Goldstein-Bowen 1991; Duke 2002; Heath 1921; Heiberg 1907; Jones 2002; Loria 1914; Neugebauer 1974; Pedersen 1974; Rankin 1960; Schmidt 1943; Sidoli 2004; Toomer 1973; Toomer 1984; Vogt 1925; Wilson 1997.

Flavia Marcacci

COMPOSTO IN CARATTERE DANTE MONOTYPE DALLA
FABRIZIO SERRA EDITORE, PISA · ROMA.
STAMPATO E RILEGATO NELLA
TIPOGRAFIA DI AGNANO, AGNANO PISANO (PISA).

*

Novembre 2010

(CZ 2/FG 13)

Tutte le riviste Online e le pubblicazioni delle nostre case editrici (riviste, collane, varia, ecc.) possono essere ricercate bibliograficamente e richieste (sottoscrizioni di abbonamenti, ordini di volumi, ecc.) presso il sito Internet:

www.libraweb.net

Per ricevere, tramite E-mail, periodicamente, la nostra newsletter/alert con l'elenco delle novità e delle opere in preparazione, Vi invitiamo a sottoscriverla presso il nostro sito Internet o a trasmettere i Vostri dati (Nominativo e indirizzo E-mail) all'indirizzo:

newsletter@libraweb.net

*

Computerized search operations allow bibliographical retrieval of the Publishers' works (Online journals, journals subscriptions, orders for individual issues, series, books, etc.) through the Internet website:

www.libraweb.net

If you wish to receive, by E-mail, our newsletter/alert with periodic information on the list of new and forthcoming publications, you are kindly invited to subscribe it at our web-site or to send your details (Name and E-mail address) to the following address:

newsletter@libraweb.net