

Archimede

Archimede fu uno dei più grandi matematici dell'antichità ed è considerato anche il primo grande ingegnere dell'umanità perché, oltre agli studi nel campo della matematica pura, egli si dedicò anche ad importanti ed organiche applicazioni della matematica. Archimede nacque a Siracusa nel 287 a. C.. Alcuni lo ritengono figlio dell'astronomo **Fidia** e parente di **Gerone**, re di **Siracusa**. Studiò in Egitto con i successori di Euclide: **Conone** da Samo, **Eratostene** da Cirene. Morto Gerone (216 a. C.), Siracusa cadde nel disordine. Dopo un breve regno di **Gelone**, il figlio **Ieronimo** fu ucciso e fu proclamata la **repubblica**. Siracusa si alleò con i Cartaginesi di Annibale e la guerra contro i Romani fu inevitabile. Roma inviò il console **Marcello** il quale, dopo avere conquistato Leontini, mise ben presto l'assedio a Siracusa. << Quando Marcello attacca Siracusa dal mare, dalle mura piombano mani e rostri di ferro che si aggrappano alle navi e le sollevano in alto per lasciarle ricadere. E sulle tavole fracassate, alle quali si attaccano i naufraghi, fischia una terribile grandinata di pietre gigantesche. I veterani più induriti impallidiscono e appena sulle mura di Siracusa spunta un canapo o un pezzetto di legno i legionari fuggono presi da un terrore irrefrenabile. Sta bene combattere contro gli uomini, contro gli elefanti di Annibale, ma non si può andare contro divinità avverse e giganti dalle cento braccia. Ai Romani sembrava di lottare non contro uomini ma contro dei, tanto gravi erano i danni che subivano da un nemico invisibile. E, quando sulle mura apparivano una corda o un'asta di legno, i soldati romani fuggivano, temendo l'apparizione di qualche nuovo congegno infernale. Però il console Marcello spiega presto la natura di quei miracoli terrificanti. Apprende che un solo uomo combatte contro la flotta romana, un solitario vecchio di 72 anni: si chiama **Archimede** ed è il più grande matematico greco, uno di quegli uomini bizzarri, schivi del mondo, la cui natura è altrettanto incomprensibile alla mentalità indurita e realistica dei Romani quanto il suo affaccendarsi con lettere e linee misteriose. >> Soltanto con l'inganno e dopo due anni di terrore , Siracusa venne conquistata e barbaramente saccheggiata . << Un legionario entra in una casa apparentemente disabitata e trova nel giardino un vecchio che disegna figure sulla sabbia . Il vegliardo solleva appena lo sguardo , vede solo che un piede sta calpestando quei segni e dice semplicemente : **noli turbare meos circulos (non toccare le mie circonferenze)** . Quasi nello stesso istante la spada crudele del rude legionario pone fine ai suoi giorni (i Romani , al contrario dei Greci , erano ottimi soldati ma cattivi matematici) Sapeva il soldato che uccideva **Archimede** ? Marcello fu assai dispiaciuto quando seppe dell'accaduto. Fece seppellire Archimede con tutti gli onori e gli elevò un monumento funebre che rimase

dimenticato per secoli. Cicerone nel 75 a. C. lo rintracciò , trovò su di esso la **sfera inscritta nel cilindro** e dimostrò al mondo che Archimede non era un mito , ma un uomo veramente vissuto . >> Archimede aveva chiesto ad amici e parenti di scolpire sulla sua tomba un cilindro circoscritto ad una sfera con una iscrizione che indicasse il rapporto tra i volumi e le superfici dei due solidi. Questo per ricordare all'intera umanità che aveva scoperto che la superficie della sfera è equivalente alla superficie laterale del cilindro ad essa circoscritto e che il rapporto del volume della sfera e quello del cilindro circoscritto vale $\frac{2}{3}$. Diversi sono gli aneddoti che si raccontano sulla vita

di questo straordinario personaggio . Uno è il seguente : << Una volta si era messo a correre completamente nudo per le vie di Siracusa gridando : **Eureka , Eureka** che significa . **ho trovato , ho trovato** . Archimede aveva scoperto che un orafo aveva ingannato il re e che la corona che aveva forgiato non era fatta d'oro puro . Questo è il caso del famoso **problema della corona** di Archimede che riviviamo secondo quanto ha scritto **Vitruvio**. **Il principe Gerone, mentre regnava a Siracusa , fece voto d'offrire in un tempio una corona d'oro agli dei immortali. Pattuì con un orafo una grossa somma di denaro per la lavorazione e gli diede l'oro a peso . L'artigiano consegnò al re l'opera nel giorno pattuito ed il re la trovò perfettamente eseguita . Pesata , la corona risultò essere dello stesso peso dell'oro consegnato , ma una volta esaminata ci si accorse che l'orafo aveva trattenuto una parte dell'oro sostituendolo con altrettanto argento . Il re rimase assai disgustato per questa frode e non potendo dimostrare il furto commesso dall'orafo incaricò Archimede di scoprire l'inganno . Un giorno , mentre Archimede , tutto assorto nella questione , faceva il bagno , per caso osservò che , mentre si immergeva nella vasca l'acqua saliva oltre i bordi . Questa osservazione gli fece scoprire la ragione di ciò che cercava e , senza indugiare oltre , acceso d'entusiasmo , uscì dal bagno e , correndo tutto nudo verso casa , si mise a gridare : **Eureka !****

Tutti sanno che Archimede , considerando le leggi della leva , dichiarò che se avesse potuto disporre di un punto di appoggio avrebbe sollevato il mondo. << **datemi un punto di appoggio e vi solleverò il mondo** >> . Così aveva sentenziato Archimede. Egli fu il primo grande matematico dell'antichità che si occupò organicamente delle applicazioni della matematica: **egli fu , suo malgrado , il primo grande ingegnere dell'umanità**. Un grande matematico tedesco, **Felix Klein** , ha detto che la matematica pura rappresenta l'ossatura di uno scheletro , mentre la matematica applicata fornisce la carne che riveste lo scheletro e tutte e due formano l'intero corpo. Elevantissime sono le investigazioni contenute nelle sue opere . Qui ci limitiamo ad accennarne brevemente alcune. Nell'opuscolo sulla **misura del cerchio** Archimede introduce, senza approfondirlo, il

concetto di **infinitesimo** e presenta i primi procedimenti rigorosi relativi alla determinazione approssimata del rapporto $\pi = 3,1416$ della circonferenza al suo diametro spingendo i suoi calcoli fino ai poligoni inscritti circoscritti di 384 lati . Quindi un procedimento basato sul metodo di esaurimento , pur senza risolvere il problema della quadratura del cerchio, permise al Siracusano di ottenere il valore di π con un'ottima approssimazione. Archimede, forse il più grande genio scientifico di tutti i tempi , è stato il primo ad affrontare in maniera sistematica e razionale il problema della misura della circonferenza rispetto al suo diametro preso come unità .Ecco un bell'esempio del **metodo** . In fondo , sotto l'aspetto numerico, il risultato che Archimede espone nel suo libretto **Sulla misura del cerchio** non è gran che migliore di quello che si potrebbe ottenere misurando con particolare cura una cordicella lunga quanto il diametro . Archimede si esprime così : << **La circonferenza di un cerchio è uguale al triplo del diametro più una certa porzione che**

è più piccola di $\frac{1}{7}$ del diametro ed è più grande dei $\frac{10}{71}$ del diametro stesso >>Archimede

perviene a questo risultato attraverso un'idea che è allo stesso tempo semplice e geniale. Egli iscrive in una circonferenza il **poligono regolare** di 6 lati (**esagono regolare**) dividendo la circonferenza in 6 archi uguali ; poi iscrive il poligono regolare di 12 lati (dividendo a metà gli angoli al centro relativi all'esagono) , poi quello regolare di 24 lati, poi di 48, poi di 96, continuando a dividere a metà angoli e relativi archi di circonferenze . I perimetri di questi poligoni sono tutti racchiusi dentro la circonferenza e sono più piccoli di essa : la differenza diminuisce quando il numero dei lati aumenta . Come si ragiona sui poligoni iscritti , così si ragiona su quelli circoscritti. I perimetri di questi ultimi diminuiscono con il crescere del numero dei lati , avvicinandosi sempre di più alla circonferenza e confondendosi con essa quando il numero dei lati diventa infinito. I Romani conquistarono Siracusa, ma non si impadronirono del metodo di Archimede che fu invece perfezionato tre secoli dopo dal grande matematico indiano **Aryabhata** .

Di carattere analogo sono i due libri : << **su la sfera ed il cilindro** >> nei quali , oltre alle regole per la determinazione di aree e volumi dei solidi geometrici , sono risolti svariati problemi sui solidi equivalenti. Di natura più elevata è il contenuto degli scritti dal titolo : **conoidi e sferoidi** , ove vengono trattati misure relative ai solidi di rotazione. Con metodi sempre rigorosi ed ingegnosi si trovano trattate importanti proprietà ed applicazioni nelle opere : **quadratura della parabole e spirali** . In questa opera il Nostro studia per la prima volta la spirale che porta il suo nome e cioè la **spirale di Archimede** .

L'opera si fa apprezzare perché Archimede definisce la spirale come la curva piana generata da un punto che si muove di moto uniforme lungo una retta mentre questa ruota di moto circolare

uniforme intorno ad un punto della retta .Il contributo principale di Archimede in quest'opera consiste nello studio di curve definite come luogo di un punto che si muove di moto uniforme lungo una retta che ruota di moto uniforme attorno ad un suo punto . Archimede dà per la prima volta una definizione chiara di **moto rettilineo uniforme** e di **moto circolare uniforme** e della loro composizione. Affrontando per la prima volta il problema della quadratura della parabola , Archimede fece uso di un metodo , che egli stesso definì meccanico . Questo inatteso legame tra la geometria e la statica si pone , tra le idee feconde del grande scienziato siracusano , come una delle più geniali .¹ Originale è l'opera denominata **Arenario** nella quale si trova un ingegnossissimo sistema di numerazione col quale si possono rappresentare (con simboli relativamente semplici) non solo il numero dei granelli di sabbia di un mucchio grande quanto la terra , ma anche quello di una quantità di sabbia grande quanto tutto l'universo .

Non possiamo non ricordare il suo trattato sui **Galleggianti** (ampia e metodica esposizione di idrostatica) nel quale espone ed applica il suo famoso **principio di Archimede**. Il **Metodo** è uno scritto di Archimede di cui si conoscevano soltanto alcuni risultati citati da Erone e riprodotti poi da Piero della Francesca e Luca Pacioli . Nel 1906 Heiberg lo scoprì nella biblioteca di Costantinopoli . In questa opera Archimede espone un metodo generale col quale si possono scoprire e dimostrare proprietà nuove delle curve , delle superfici, dei volumi. Questo metodo anticipa i procedimenti utilizzati dal moderno calcolo infinitesimale. L'opera è una lettera abbastanza lunga scritta da Archimede ed inviata al matematico Eratostene. Il **metodo** ci fa penetrare profondamente nello spirito creatore di questo genio matematico, le cui idee sono state fecondate soltanto 18 secoli più tardi dai fondatori del moderno **calcolo infinitesimale**. Forse è interessante sapere come si è pervenuti alla scoperta del **Metodo**. Nel 1906 uno studioso, **Heiberg**, leggeva l'elenco degli antichi manoscritti conservati nella **Biblioteca Gerosolimitana di Costantinopoli**, con una breve notizia sul suo contenuto. Una di queste informazioni lo colpisce : si trattava forse di lavori di **Archimede** ? Heiberg scrive e si fa mandare una fotografia di qualche pagina . Quando legge il contenuto non ha più dubbi : **si tratta di un antico prezioso manoscritto in greco , su pergamena , forse del 900 d.C. , con scritti di Archimede**. Heiberg va a Costantinopoli e decifra con grande fatica il documento perché qualcuno, verso il 1300, aveva voluto riutilizzare la stesa vecchia pergamena cancellando Archimede per scrivere cose di poco interesse . Trova scritti già noti come il libro **Misura del circolo** e negli ultimi fogli scopre un'opera di Archimede che si riteneva perduta : una

¹ Alcuni storici si compiacciono di considerare Archimede come un geometra italiano; opinione che molti sono riluttanti a condividere perché le sue opere , quantunque apparse in un'epoca in cui le aquile romane avevano già spiccato voli superbi , sono scritte in dialetto dorico , ed appartengono senza discussione alla letteratura scientifica greca .

lettera che aveva viaggiato duemila e duecento anni prima da Siracusa ad Alessandria d ' Egitto . Heiberg scopre una copia della lettera scritta da Archimede al grande matematico **Eratostene** che dirigeva la famosa biblioteca di Alessandria . In quella lettera , Archimede spiegava ad Eratostene quale metodo aveva impiegato per << **farsi un'idea** >> delle misure di superfici e di solidi , che aveva poi giustificato con i procedimenti rigorosi della geometria greca . Si trattava di un metodo meccanico consistente nella suddivisione di una figura piana in infiniti fili infinitamente sottili , pesanti e nella composizione con gli stessi fili , diversamente disposti , di un'altra figura più semplice che facesse equilibrio alla prima , poste l'una e l'altra sui piatti di una bilancia ideale . Metodo analogo usava Archimede per i solidi , suddividendoli in infiniti fogli, pesanti ma infinitamente sottili. Il **metodo degli indivisibili** , utilizzato da Cavalieri e Torricelli, risaliva ad Archimede che, a buon diritto, può essere considerato il più grande genio scientifico di tutti i tempi ed primo vero grande precursore dell'attuale **analisi matematica**. Anche Archimede si era imbattuto nei concetti di **infinito potenziale** e di **infinito attuale**. Aristotele negava l'esistenza di un **infinito attuale** sia in senso fisico che matematico, così come negava l'esistenza dell'infinitamente piccolo. Per Aristotele il numero è infinito in potenza ma non in atto. Per Aristotele l'infinitamente piccolo è sempre una quantità finita sicché la somma di infiniti termini infinitesimi (in senso aristotelico) non può dare una quantità finita. Possiamo concludere affermando che il grande merito di Archimede non risiede tanto nei risultati ottenuti, che sono molti e di grande spessore scientifico, bensì nel metodo nuovo da lui escogitato per conseguire tali risultati; esso consisteva nel determinare la misura di una grandezza considerata come **elemento di separazione** di due **classi contigue di grandezze** delle quali si conosce la misura. Da questo metodo ha avuto origine quel vasto movimento di idee e di ricerche che, a distanza di secoli, doveva condurre al sorgere di un altro importante ramo della matematica: l'**analisi infinitesimale**.