

**Lucio Russo (Università Roma Tor Vergata)**  
*Archimede e il pensiero scientifico ellenistico*

In questa conferenza Lucio Russo descrive inizialmente la vita e le opere di Archimede, uno dei più notevoli rappresentanti del pensiero scientifico ellenistico in ambito matematico. Gli storici classici come Plutarco e Vitruvio riportano parzialmente e non senza errori i fatti scientifici della vita di Archimede. Egli realizza varie macchine per sollevare pesi, armi di vario tipo, l'orologio ad acqua, una nave di dimensioni eccezionali ed una coclea per sollevare acqua, opere che richiedevano una padronanza nella disciplina matematica non del tutto riconosciuta dagli storici latini.

**L'idrostatica archimedeica**

Partendo dal "Trattato dei Galleggianti" sull'idrostatica e dall'analisi di quello che oggi possiamo considerare il vero principio di Archimede, Lucio Russo espone i vari teoremi dello scienziato: da quelli più semplici, sulle condizioni di equilibrio dei liquidi, sul galleggiamento dei corpi, e sul cosiddetto "principio di Archimede", a quelli più complessi e meno noti, sulle condizioni di stabilità dell'equilibrio di un galleggiante avente la forma di un segmento retto di paraboloidi di rotazione, sia nel caso di appoggio su un piano, sia nel caso di immersione in un liquido del paraboloidi. Il relatore dimostra come questi teoremi siano strettamente collegati alla geologia e all'astronomia dell'epoca ellenistica e alle teorie di Plinio il vecchio e di Aristotele sul passato della Terra. Inoltre, sono determinanti nella costruzione di navi e macchine idrostatiche. Lucio Russo introduce quindi, le nozioni pre-archimedee sulla parabola e sui paraboloidi: la proprietà caratteristica della curva parabola ( $x^2/y=1$ ), la proprietà della tangente a una parabola e la costanza della sottonormale, il parametro della parabola, il baricentro di un segmento retto di paraboloidi. Questi teoremi sulla parabola, non furono dimostrati da Archimede, ma erano già noti a quei tempi, a dimostrazione degli alti livelli raggiunti dalla matematica nell'epoca archimedeica. La nave siracusana, costruita nel 240 a.C. sul progetto di Archimede, e stimata esser lunga più di 100 metri, dimostra anch'essa l'alto livello delle discipline matematiche, fisiche e ingegneristiche dell'epoca.

**Gli specchi ustori**

Uno specchio ustorio può essere realizzato con uno specchio parabolico, cioè, la cui superficie abbia la forma di un paraboloidi di rotazione. Le prime fonti sugli specchi ustori sono bizantine e storia e leggenda si confondono sull'uso di questi specchi come armi da difesa nell'assedio di Siracusa. Apuleio, a proposito della descrizione del volume perduto di Archimede sulla catottrica, riporta l'origine archimedeica degli specchi ustori. Diocle, di cui invece abbiamo un trattato di catottrica, non cita Archimede come inventore degli specchi ustori, bensì Dositeo di Pelusio, corrispondente alessandrino di Archimede su questioni matematiche teoriche. Lucio Russo ripercorre la dimostrazione della proprietà focale della parabola, ovvero di come si progetta uno specchio ustorio, così come riportata da Diocle nel suo trattato.

**Matematica o fisica?**

La distinzione tra matematica e fisica era molto labile nell'epoca archimedeica, così come fino a tutto il 1800. Vladimir I. Arnold definisce ironicamente la matematica come quella parte della fisica in cui gli esperimenti hanno un costo irrisorio. L'astrattezza della matematica e della fisica viene contrapposta da Lucio Russo

all'unicità e alla concretezza della concezione greca delle due discipline. La fisica matematica ha rappresentato un tentativo non pienamente riuscito di riunificazione fra le due discipline.

### **Il caso della meccanica e della leva**

Nel piccolo trattato che ci è rimasto di Archimede "Sull'equilibrio delle figure piane", probabilmente facente parte di un più grande trattato, lo scienziato greco deduce il principio della leva partendo dal postulato sull'equilibrio di un'asta rigida girevole. Archimede nella sua dimostrazione considera il caso di pesi incommensurabili. Il concetto della leva costituisce un modello per la costruzione di macchine più complesse. Alcune macchine ideate da Archimede che sfruttano il vantaggio meccanico della leva sono il barulco (descritto da Erone) con un vantaggio meccanico di 1000 e il polypaston a carrucole.

### **I metodi infinitesimali**

Nel calcolo del segmento di parabola, Archimede utilizza il calcolo infinitesimale, tramite la somma di una serie geometrica, primo documento storico di tale metodologia. Gli storici della matematica fino a pochi decenni fa, non ritennero che Archimede avesse compreso il concetto di infinito, nonostante egli avesse usato metodologie che richiedevano la conoscenza di tale concetto, primo fra tutti il metodo di esaurimento. Lucio Russo ci spiega questo paradosso affermando che i concetti di limite e somma di una serie sono stati formalizzati nella seconda metà dell'800; ma quando si è capito che i metodi ellenistici infinitesimali includevano già questo concetto (dal 1870 in poi), gli storici non si sono interessati a riscrivere e correggere le loro precedenti affermazioni, e si è continuato ad affermare di fatto una falsità, ovvero che i matematici greci, compreso Archimede, non possedessero il concetto di infinito.

Per finire, il relatore si sofferma sul trattato di Archimede, "Sulle spirali", contenente proprietà, teoremi e problemi relativi a queste figure geometriche particolari. Fu il matematico siracusano a formalizzare le proprietà matematiche delle spirali in questo trattato dedicato ad esse: "...immaginiamo un punto che si muove partendo dal centro; man mano che si allontana, la distanza dal centro è proporzionale all'angolo coperto". La dimostrazione analizzata e spiegata da Lucio Russo contiene al suo interno il concetto di infinitesimo, e nella sua semplicità può essere utilizzata dai docenti delle scuole superiori per mostrare ai propri studenti l'uso intuitivo di metodi infinitesimali alternativo ai passaggi meccanici del teorema de l'Hôpital.

### **Domande del pubblico**

Gli ultimi 10 minuti della conferenza sono dedicati alle domande del pubblico. Queste offrono lo spunto per affrontare nei dettagli le differenze fra pensiero matematico ellenistico e pensiero matematico moderno e per scoprire collegamenti tra le matematiche ellenistiche e quelle del '500 e '600 italiano. Lucio Russo sostiene che un ritorno ad Euclide, ad Archimede e agli altri esponenti del pensiero ellenistico potrebbe portare ad un aggiustamento della didattica dal punto di vista laboratoriale e pratico.

*A cura di Gianfranco Lucchese*