

---

# BOLLETTINO

# UNIONE MATEMATICA ITALIANA

*Sezione A – La Matematica nella Società e nella Cultura*

---

MARIO GEYMONAT

## **Archimede: spirito moderno di uno scienziato antico**

*Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, Serie 8, Vol. 10-A—La  
Matematica nella Società e nella Cultura (2007), n.3, p. 427–440.*

Unione Matematica Italiana

[<http://www.bdim.eu/item?id=BUMI\\_2007\\_8\\_10A\\_3\\_427\\_0>](http://www.bdim.eu/item?id=BUMI_2007_8_10A_3_427_0)

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)  
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>



## Archimede: spirito moderno di uno scienziato antico

MARIO GEYMONAT

Ho scritto di recente un piccolo libro, *Il grande Archimede*, che a partire dalla seconda edizione, uscita pochi mesi dopo la prima, comprende anche l'introduzione di un premio Nobel per la fisica nel 2000, il russo Zhores Alferov. Che l'antico scienziato appaia un modello ancora oggi da imitare è confermato dalla *Fields Medal*, il prestigioso premio internazionale per la matematica, caratterizzata da un profilo stilizzato di Archimede.



Tavola I. – La *Fields Medal* riporta sul *recto* un ritratto di Archimede con il nome scritto in greco e l'iscrizione *Transire suum pectus mundoque potiri* (“Trascendere il proprio animo e dominare l’universo”), tratta da Manilio 4.392. Sul verso della medaglia si legge *Congregati ex toto orbe mathematici ob scripta insignia tribuere* (“I matematici radunati da tutto il mondo attribuirono per gli scritti eccellenti”), mentre il nome dello scienziato che riceve il premio e l’anno di conferimento sono segnati in piccolo sul bordo.

Volendo fare un volume divulgativo e di piacevole lettura, ho cercato di arricchirlo con numerose splendide illustrazioni: alcune pagine dei manoscritti medievali e delle edizioni rinascimentali, gli emblematici affreschi dello “Stanzino delle Matematiche” agli Uffizi, i francobolli a lui dedicati e pure l’allegra trasmigrazione dello scienziato antico nei fumetti per ragazzi. Al suo fascino si sono mostrati sensibili molti ar-

tisti del passato e del presente: alla fine del Quattrocento Piero della Francesca ricopiò di sua mano nel *Trattato d'abaco* oltre 70 pagine delle opere di Archimede tradotte in latino, e nel 2006 il russo Zurab Tsereteli ha costruito a Mosca una grande statua del siracusano, che forse la Russia donerà al nostro paese.



Tavola II. – *Archimede Pitagorico*, l'inventore fantasmagorico di Walt Disney, insieme al suo assistente *Edi*, con la testa a lampadina. Copyright © Disney.

In effetti Archimede continua a trasmettere un messaggio illuminista di fiducia nella scienza e nel progresso umano. A quarant'anni dalla scomparsa del biografo olandese Eduard Jan Dijksterhuis, le sue opere sono ora studiate con acribia soprattutto in California (da Reviel Netz) ed in Giappone (da Ken Saito), ma alla loro decifrazione e interpretazione contribuiscono pure gli scienziati del Rochester Institute of Technology e del sincrotrone di Stanford, che con luci artificiali e rilevando alcune molecole di ferro che ancora rimangono degli inchiostri antichi hanno permesso di ricostruire

molte righe ormai illeggibili del palinsesto di Archimede conservato attualmente a Baltimora. È passato un secolo dal 1906, quando il danese Johan Ludvic Heiberg lo scoprì a Costantinopoli, e qualche anno anche dalla strepitosa vendita che ne fece Christie's a New York per oltre due milioni di dollari, ma si può ben dire che quel manoscritto continua a sorprenderci, a trasmettere stimoli per nuove ricerche. Né si deve dimenticare l'individuazione e la pubblicazione di opere non pervenuteci in greco, come *Sui cerchi reciprocamente tangenti*, pubblicata da una traduzione araba nel 1975. Non appare certo un caso che Enrico Bombieri abbia dedicato quasi per intero ad Archimede la lezione tenuta a Crotone quando nei mesi scorsi ha ricevuto in quella città il Premio Pitagora.

Certo lo scienziato siracusano fu uno dei padri della matematica antica, ma le sue opere mostrarono una sorprendente vitalità pure quando alla fine del medioevo vennero tradotte in latino e meditate con attenzione da nuovi lettori. Quelli dell'inizio del Cinquecento provarono la sensazione di trovarsi davanti a una vetta che non potevano neppure pensare di superare, ma poi ben presto Archimede si rivelò un motore estremamente vivo e stimolante per il rinnovamento della scienza: Galileo guardò a lui "con infinito stupore", Keplero e Newton lo considerarono come un collega contemporaneo (e del resto Alferov lo considera un premio Nobel *ante litteram*).

Molte scoperte di Archimede furono sorprendentemente originali e non possiamo non guardare anche con simpatia alla sua coraggiosa battaglia in difesa di Siracusa contro l'invasore straniero, un esempio per quello che è l'impegno civile di molti scienziati di oggi. La sua straordinaria genialità aveva affascinato del resto lo stesso comandante romano, Marco Claudio Marcello, che, dopo avere a lungo penato di fronte alle prodigiose macchine belliche da lui messe in campo, riuscì finalmente a conquistare Siracusa nel 212 a.C., allora una delle città più importanti e fiorenti dell'intero Mediterraneo. In quel frangente Marcello dette ufficialmente ordine di risparmiarlo, ma un suo milite, innervosito dalla testardaggine dello scienziato a non interrompere le proprie ricerche (Archimede gli avrebbe gridato: *Noli turbare circulos meos!*, "Non scompigliare i miei cerchi!"), lo decapitò senza indugi confondendo barbaramente nel sangue gli abbozzi su cui lavorava. Né

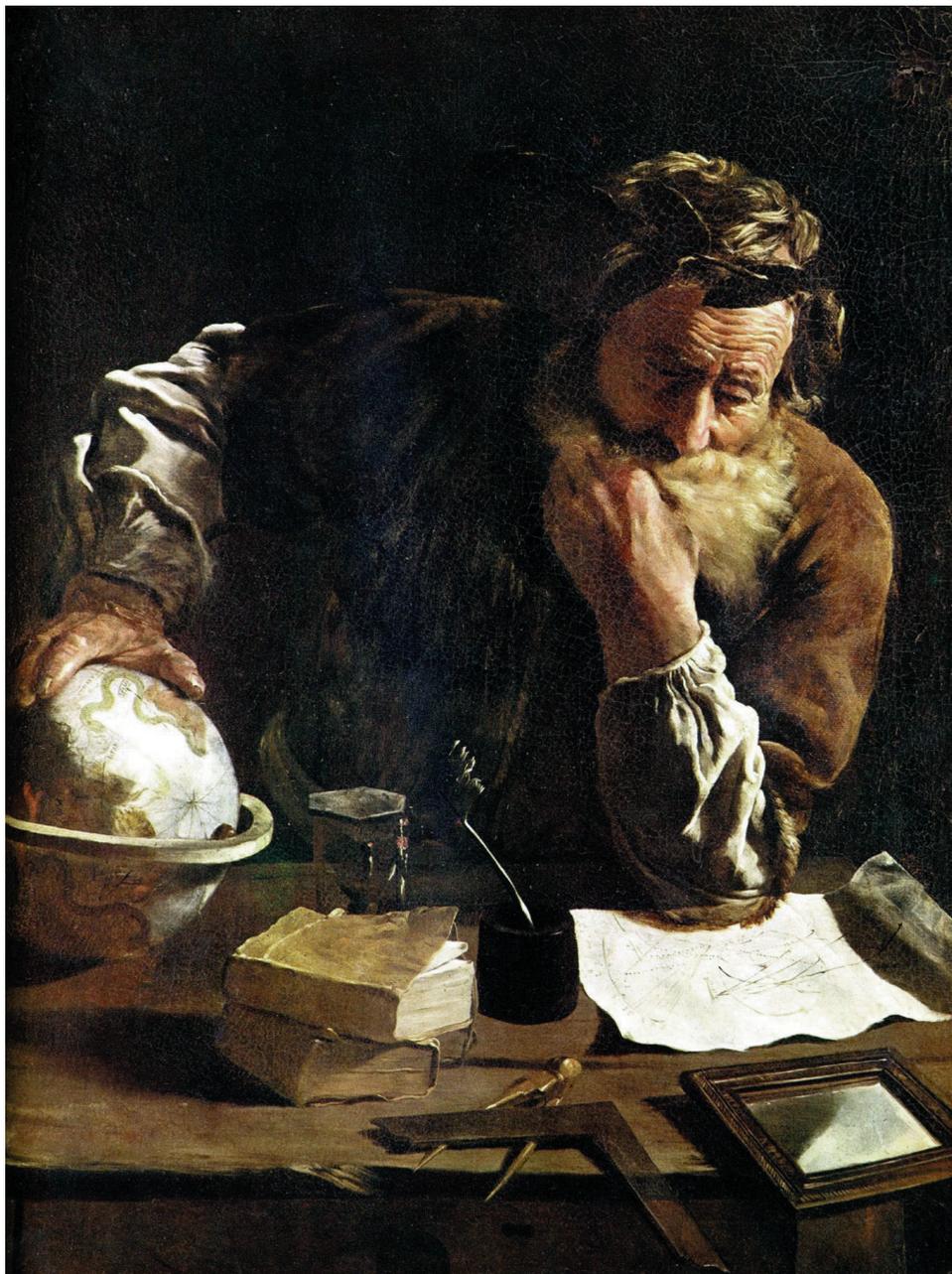


Tavola III. – Archimede in meditazione al tavolo di lavoro, fra i suoi libri e i suoi strumenti: è un quadro dipinto da Domenico Fetti a Roma nel 1620, all'inizio del "secolo galileiano", ora esposto nella *Gemäldegalerie Alte Meister* di Dresda. Autorizzazione *Gemäldegalerie Alte Meister, Staatliche Kunstsammlungen Dresden*.

manca chi sostiene (lo storico Lorenzo Braccesi, in un articolo *L'assassinio di Archimede* in corso di stampa su "Hesperia" 22, 2007) che la favola della distrazione dello scienziato e della balordaggine del milite che l'uccide sia stata una invenzione successiva per giustificare un atto di barbarie, programmato e commissionato per evitare che, lasciato in vita, Archimede potesse mettersi al servizio di Annibale, in quegli anni il nemico più pericoloso di Roma: l'assassino non sarebbe stato dunque un legionario eccitato dalla strage, ma un freddo sicario, che poi si presentò al comandante non per scusarsi dell'accaduto ma ostentando la testa recisa come un trofeo, prova che il suo sporco lavoro era stato compiuto.

Lo scienziato antico non poteva avvalersi del simbolismo algebrico moderno e scriveva dunque in un linguaggio che a noi sembra lontano e difficile, anche se per fortuna per leggere le sue opere noi possiamo avvalerci anche di alcune ottime traduzioni, come quella inglese di Thomas L. Heath, pubblicata fra il 1897 e il 1912 (e ristampata nel 1953), e quella italiana di Attilio Frajese, del 1974. Leggendole oggi siamo come guidati con garbo in argomenti e campi di indagine che possono non apparire consentanei alle nostre attuali ricerche, ma che ci impegnano a riflettere in modo più ampio e profondo sul significato stesso della scienza antica e moderna. Peraltro io credo che una delle ragioni della disaffezione delle nuove generazioni per la matematica stia nella separazione troppo netta fra cultura scientifica e cultura umanistica e nella parcellizzazione sia orizzontale che verticale di molte indagini attuali. Troppi studiosi limitano i loro riferimenti bibliografici a solo gli ultimissimi anni, perdendo così ogni collegamento con le generazioni passate, ignorando gli sforzi e magari pure gli errori che hanno permesso la stessa formulazione dei risultati da cui siamo partiti. Viene da rimpiangere la raffinata cultura storica e filosofica dei matematici del secolo scorso, Federico Enriques e Giuseppe Peano prima di tutti!

In Archimede non possono non affascinare il sorriso bonario verso argomenti anche semplici e la divertita ironia per la boria di qualche famoso sapiente. Certo non gli mancò una componente ludica quando inviò ad Alessandria due *falsi teoremi* (lo racconta egli stesso nella prefazione a *Spirali*), dei quali gli acclamati scienziati d'Egitto non

seppero accorgersi, o quando espose un quesito aritmetico a ben otto incognite nel breve *Problema bovino*, un poemetto dove con finta ingenuità viene indagata la quantità e la specifica qualità delle mandrie di buoi del Sole che pascolano nella Sicilia (la soluzione, trovata solo nel 1880, richiede un numero di oltre duecentomila cifre!).

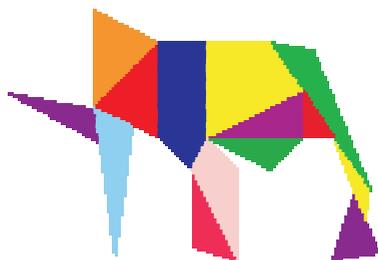
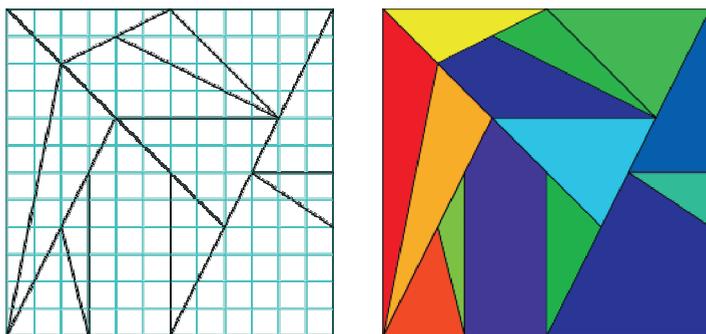


Tavola IV. – Nello *Stomachion* Archimede prende in esame un sofisticato gioco-puzzle, le innumerevoli diverse possibili combinazioni di 14 pezzi in cui è diviso un quadrato, che rimessi insieme possono raffigurare persino un elefante.

Giocoso ma tutt'altro che semplice è pure lo *Stomachion*, un trattato di geometria combinatoria che conosciamo da una traduzione medievale in arabo e ora anche da un ampio frammento in greco del palinsesto di Baltimora. In esso Archimede si occupa di un quadrato diviso in 14 pezzi, una specie di puzzle la cui ricomposizione in diverse figure può ben stimolare creatività e fantasia.

Si può pure ricordare l'interesse di Archimede per le simmetrie non banali dei *poliedri semiregolari*, ricordato in uno scolio intrigante alla *Collezione matematica* di Pappo: nella sua ricerca lo scienziato siracusano si sarebbe occupato fra l'altro del poliedro

formato da 12 pentagoni e 20 esagoni regolari, modello del nostro *pallone da football*.



Tavola V. – Uno dei 13 *poliedri semiregolari* di Archimede è l'*icosaedro troncato*, con 12 facce pentagonali e 20 esagonali, modello di quello che è oggi il *pallone da football*.

Ma di Archimede bisogna ricordare soprattutto il generoso entusiasmo per le nuove scoperte. Mentre conduceva approfondite ricerche sulle proprietà della leva, giunse con ottimismo ad affermare: “Datemi un punto d’appoggio e solleverò il mondo”. E quando durante un bagno gli si rivelò d’improvviso il principio del peso specifico, non ebbe imbarazzi a correre nudo per le strade di Siracusa gridando euforico *Éureka! Éureka!* (“Ho trovato! Ho trovato!”). In seguito egli sviluppò la propria scoperta nel trattato scientifico sui *Galleggianti*, dove quello che è noto ancora oggi come *principio di Archimede* viene precisato nel senso che “un corpo immerso in un liquido riceve dal basso verso l’alto una spinta uguale al peso del liquido spostato”, il fondamento di tutta la navigazione!

Merito di Archimede è stato pure impegnare la sua fantasia e intelligenza nel perfezionamento di macchine utili per semplificare il lavoro manuale, come la “vite a chiocciola”, con cui per secoli si riuscirono a mantenere all’asciutto le fatiche usuranti dei minatori (ne abbiamo risultanze archeologiche in Spagna), o come il complesso sistema di argani e pulegge che permise ai suoi concittadini di varare senza sforzi eccessivi la grandissima nave *Siracusana*.

Quello che più interessa in questa sede sono ovviamente i contributi di Archimede alla matematica, che si rivelano nella realtà come una gara continua tra la complessa materia e le brillanti dimostrazioni. Con



Tavola VI. — “Datemi un punto d'appoggio e solleverò il mondo”: il principio della leva di Archimede illustrato sul soffitto dello *Stanzino delle Matematiche* nella Galleria degli Uffizi a Firenze. Su concessione del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali.

raffinata modestia, lo scienziato si dice egli stesso sorpreso che i corpi geometrici gli rivelino un così grande numero di caratteristiche rimaste ad altri fino a quel momento sconosciute.

Va a sua gloria ad esempio il calcolo più preciso in antico del complesso *rapporto fra la circonferenza e il suo diametro*, il famoso ***pi greco***, un numero irrazionale a cui Archimede si avvicinò il più possibile considerando e misurando una serie di poligoni regolari iscritti e circoscritti (rispettivamente di 6, 12, 24, 48 e 96 lati). Molto eleganti furono poi le sue ricerche sulle *Spirali*, dove egli riuscì quasi magicamente a dimostrare che il *terzo giro della spirale è doppio del secondo*, il *quarto è triplo*, il *quinto è quadruplo sempre del secondo*, e così via. Originalissime sono infine le opere che egli dedicò a figure geometriche in precedenza ignote o del tutto trascurate, come nell'ampio trattato su *Conoidi e sferoidi*. Qualche risultato innovativo si evidenzia pure nella *Quadratura della parabola*, dove egli dimostra ad esempio che qualunque segmento compreso da una retta e una sezione di cono rettangolo è uguale ai  $\frac{4}{3}$  del triangolo avente la stessa base e altezza uguale al segmento.

Nel *Metodo sui problemi meccanici*, un'opera breve ma rivelatrice scoperta nel 1906 nel palinsesto ora a Baltimora, Archimede si rivolge per lettera ad Eratostene, il grande geografo che era allora direttore del Museo di Alessandria, e gli confessa coraggiosamente il proprio modo di lavorare, il metodo "mediante il quale ti sarà data la possibilità di considerare questioni matematiche per mezzo della meccanica. E sono persuaso che questo metodo sia non meno utile anche per la dimostrazione degli stessi teoremi". Il *Metodo* rivela cioè come Archimede escogitava i suoi risultati più innovativi partendo da ciò che nella fase inventiva aveva raggiunto con argomenti di carattere misto, matematico e meccanico, impegnandosi poi subito a dare però di questi risultati una dimostrazione logica rigorosa e completa.

Particolarmente orgoglioso Archimede andò comunque delle sue ricerche su *La sfera e il cilindro*, due solidi che bene a ragione vennero scolpiti in bassorilievo sulla sua tomba, ciò che permise un secolo e mezzo più tardi a Cicerone di riscoprirli e identificarli fra gli sterpi (*Tusculanae Disputationes* 5,23,64).

Nei due libri su *La sfera e il cilindro* Archimede giunge a risultati sorprendenti per esattezza e semplicità, come che la *superficie della sfera* misura esattamente *quattro volte* quella del *cerchio massimo*. La sfera, modello del cielo, era guardata quasi

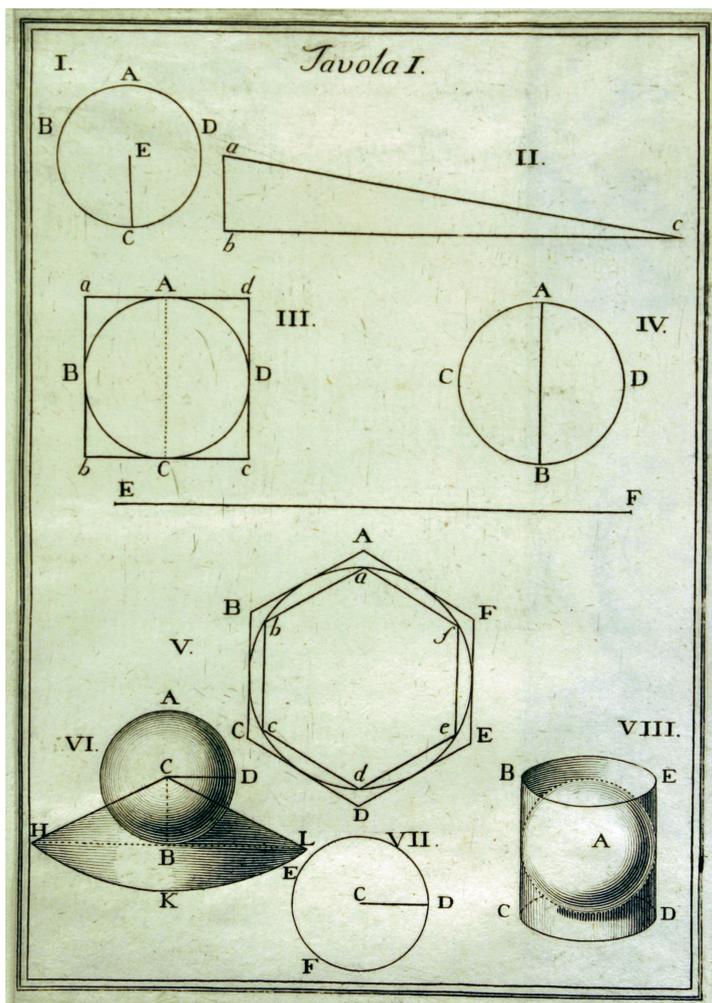


Tavola VII. – Tavola del 1737 di Gian Maria Mazzucchelli in cui viene rappresentata l'equivalenza fra il *cerchio* ed il *triangolo rettangolo* che ha per altezza il suo *raggio* e per base la *circonferenza* (I-II) e quella fra il *volume della sfera* a quello di un *cono* che ha per base la sua *superficie* e per altezza il *raggio* (VI). Si mostra infine che una *sfera inscritta in un cilindro* che ha per base il suo *cerchio massimo* e per altezza il *diametro* ha *volume e superficie* pari a  $\frac{2}{3}$  di quelli del cilindro (VIII). Per cortesia della Biblioteca Nazionale Marciana, Venezia.

con venerazione dagli antichi, e nella sua opera il nostro scienziato sembra muoversi verso di essa come in un sogno (Netz). Egli stesso si impegnò a fabbricare concretamente alcune sfere nella forma di splendidi planetari, due dei quali vennero portati a Roma come “preda di guerra” dal generale Marcello (Cicerone, *De re publica* 1,21).

Per influenza anche di suo padre, Archimede si interessò seriamente di astronomia, e proprio all’inizio del suo *Arenario* è conservata la testimonianza più antica della *dottrina eliocentrica*, che ben prima di Copernico era stata proposta in Grecia da Aristarco di Samo. Nell’*Arenario*, dedicato al giovane tiranno Gelone, Archimede fa con se stesso una gara apparentemente impossibile, si ripromette cioè di contare i granelli di sabbia che sarebbero necessari a riempire l’intera volta celeste (allora ritenuta limitata): è un numero che si avvicina pericolosamente all’infinito, ma, non perdendosi d’animo, il matematico siracusano con prodigiosa fantasia e uno stile giocoso inventa un sistema numerico capace di esprimere quantità elevatissime. Sono i *numeri ottavi*, corrispondenti a  $10^8 \times 10^{16}$ , descritti da Archimede con sorprendente sinteticità in sette semplici parole greche. Secondo lo scienziato antico il numero dei granelli di sabbia che potrebbe contenere la sfera delle stelle fisse non sarebbe maggiore di quello che noi potremmo esprimere con  $10^{63}$ .

L’*Arenario* rimase l’opera di Archimede più conosciuta a Roma, e ancora trecento anni dopo la sua barbara uccisione da parte di un soldato romano un autore tecnico come Igino Gromatico ricordava come egli avesse indicato *quantum arenarum capere posset mundus, si repletur* (“che quantità di granelli di sabbia potesse contenere l’universo, se ne venisse riempito”). Ancora più interessante è l’ammirazione riservata a quest’opera alla fine del I secolo d.C. da un poeta come Silio Italico, che pure per ragioni metriche era costretto a non fare il suo nome: *Non illum mundi numerasse capacis harenas / vana fides* (“che egli avesse contato tutti i granelli di sabbia che l’universo contiene non era vana credenza”, *Punica* 14,350-351).

Tornando alla mia antica passione per la letteratura di Roma, in una appendice al mio libro mi sono occupato delle *Risonanze*



Tavola VIII. – Cicerone e i maggiori di Siracusa osservano compiaciuti la tomba di Archimede, riconosciuta in una fitta macchia di cespugli per il bassorilievo della sfera inscritta in un cilindro: è un quadro dipinto nel 1787 da Pierre-Henri de Valenciennes, ora al Musée des Augustins di Tolosa, in Francia. Per cortesia Musée des Augustins, Toulouse, France.

*Archimedee nei poeti latini del I secolo a.C.* Sono infatti convinto che la barbara uccisione di Archimede da parte di un soldato romano, pur moderata dalla supposta *clementia* del comandante Marcello, abbia indotto un forte senso di colpa nei migliori intellettuali del tempo, fra cui era certamente Cicerone, che si mostra giustamente orgoglioso di averne riscoperto la tomba ma imbarazzato invece del trasporto a Roma come preda di guerra dei suoi planetari.

Io credo così che l'influenza a Roma del grande scienziato siciliano sia stata assai più estesa, e che ad esempio con l'*Arenario* giochi sorridendo Catullo quando chiede a Lesbia innumerevoli baci ("mille baci e poi cento, poi altri mille e ancora cento e poi ininterrottamente altri mille e altri cento", carmi 5 e 7) o quando assimila a quello dei granelli della sabbia africana il numero dei giochi d'amore che invoca per gli sposi novelli (epitalamio 61,206-210).

Lo stesso paragone ripeterà poco dopo Virgilio quando nelle *Georgiche* (2,103-106) si servirà dei granelli della sabbia africana per conteggiare i vini che si potevano bere già allora ("ma quante le varietà, e con quali nomi, non si può enumerare: chi volesse conoscerlo, vorrebbe anche imparare quanti grani di sabbia della pianura libica si agitano allo Zefiro"). Del resto era stato proprio Virgilio a celare il nome dello scienziato siracusano, che come abbiamo detto non poteva entrare nell'esametro, nella risposta, già suggerita dagli scolî antichi, ad una delle domande raffinate e fintamente ingenuie di uno dei pastori delle *Bucoliche*:

*In medio duo signa, Conon et – quis fuit alter,  
descripsit radio totum qui gentibus orbem,  
tempora quae messor, quae curvos arator haberet?*

"Nel mezzo due figure, Conone [l'astronomo della corte egiziana con cui Archimede era stato in corrispondenza] e – chi fu l'altro, che agli uomini disegnò con la bacchetta tutto quanto il cielo, quali siano le stagioni per il mietitore, quali per il curvo aratore?" (3,40-42). Dove si può aggiungere che *radius* significava in latino anche "raggio del cerchio", uno degli argomenti centrali della matematica di Archimede, e si può

ricordare che la *vita Donatiana* (§ 15), la più importante biografia del poeta, scritta nel secolo IV ma che riprende in gran parte il perduto *De poetis* di Svetonio, del secolo II, ci informa come Virgilio “*inter cetera studia medicinae quoque ac maxime mathematicae operam dedit*”.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- MARIO GEYMONAT, 2006, 2006<sup>2</sup>, *Il grande Archimede*, Roma: Sandro Teti Editore.
- JOHAN LUDVIC HEIBERG, 1880-1881, 1910-1915<sup>2</sup>, *Archimedis opera omnia cum commentariis Eutocii*, 3 voll., Lipsia: Teubner, con l'aggiunta nel 1975 di un quarto volume con una traduzione medioevale araba del trattato *Sui cerchi reciprocamente tangenti*, a cura di YVONNE DOLD-SAMPLONIUS.
- EDUARD JAN DIJKSTERHUIS, 1989, *Archimede* [1938-1956], con un saggio bibliografico di WILBUR RICHARD KNORR [1987], traduzione italiana di GIOVANNA BARONCELLI e altri, Firenze: Ponte delle Grazie.
- ATTILIO FRAJESE (a cura di), 1974, *Opere di Archimede*, Torino: Utet.
- THOMAS L. HEATH, 1953, *The Works of Archimedes, edited in Modern Notation and Introductory Chapters* [1897] *and with a Supplement: Method of Archimedes* [1912], New York: Dover Publications.
- JAMES R. BANKER, *A manuscript of the works of Archimedes in the hand of Piero della Francesca*, in “The Burlington Magazine” 147 (2005), 165-169.
- GIAN MARIA MAZZUCHELLI, 1737, *Notizie istoriche e critiche intorno alla vita, alle invenzioni e agli scritti di Archimede Siracusano*, Brescia: Rizzardi.
- REVIEL NETZ - KEN SAITO - NATALIE TCHERNETSKA, 2001-2002, *A New Reading of Method Proposition 14: Preliminary Evidence from the Archimedes Palimpsest*, in “Sciamus” 2, pp. 9-29; 3, pp. 109-125.
- REVIEL NETZ, 2001, *Archimede*, in *Storia della Scienza*, a cura di SANDRO PETRUCCIOLI e altri, 1, cap. XVIII, Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana.
- REVIEL NETZ, 2004, *The Works of Archimedes, I (On the Sphere and the Cylinder), Translation and Commentary*, Cambridge: University Press.
- MARCO SCAFFAI, *Il console Marcello e Archimede nei Punicus di Silio Italico*, in “Paideia” 59 (2004), 483-509.

Mario Geymonat, Professore Ordinario di Letteratura Latina,  
Università Ca' Foscari, 33100 Venezia  
e-mail: geym@unive.it