

L'«Arenario»

*

Pubblichiamo qui l'inizio dell'Arenario, un testo scritto in forma di lettera indirizzata al re Gelone di Siracusa, figlio di Gerone II e da questi associato nel regno nel 240 a. C.

Archimede è alle prese con «grandi numeri» come quello dei granelli di sabbia che riempirebbero il volume della nostra Terra. Anzi, si spinge oltre: fino ad applicarsi al numero di granelli che riempirebbero il volume del Mondo intero – seguendo in questo l'uso antico per cui come Mondo non si intende semplicemente il nostro Globo ma l'intero universo, che include il Sole e i pianeti fino alle cosiddette stelle fisse, che allora si credevano esser situate tutte pressoché alla medesima distanza dalla Terra. Nel quadro di questa concezione di un Cosmo finito, Archimede vuol dunque calcolare il volume del mondo contando i granelli di sabbia che si dovrebbero ammassare per riempirlo completamente. Prendendo come diametro quello ammesso da sistemi geocentrici come quelli di Eudosso e di Aristotele, il siracusano arriva a un numero di granelli pari circa a 10^{51} , cioè a un numero formato da un 1 seguito da 51 zeri.

Ma questa è solo metà della storia. Archimede è infatti al corrente che il suo contemporaneo Aristarco di Samo (che

probabilmente aveva conosciuto nel suo presunto soggiorno alessandrino) aveva ipotizzato un Mondo ben più grande! Per Aristarco, infatti, il sistema del Mondo è eliocentrico ed eliostatico: il Sole è immobile pressoché al centro dell'universo, e la Terra – un pianeta come gli altri – gli orbita intorno descrivendo una circonferenza. Ne consegue che le stelle fisse sono molto più lontane di quanto supposeva Aristotele; altrimenti, per un effetto di prospettiva noto come parallasse, la loro posizione nel «firmamento» cambierebbe nel corso dell'anno. Archimede, allora, rifà il conto adottando come diametro del Mondo quello fornito da Aristarco e ottiene un numero di granelli di sabbia circa eguale a 10^{63} , cioè un 1 seguito da 63 zeri.

Archimede conclude così la sua lettera:

Credo, o re Gelone, che queste cose sembreranno incredibili alla maggior parte di coloro cui le matematiche non sono familiari; ma quelli che in esse sono versati e che hanno meditato sulle distanze e le dimensioni della Terra, del Sole e del Cosmo intero le ammetteranno dopo la mia dimostrazione.

Tuttavia, lo sappiamo bene, il sistema eliocentrico di Aristarco non fu accettato, nemmeno da quelli che – come Tolomeo – erano «versati nelle matematiche». Forse anche perché i numeri che Archimede aveva calcolato sembravano troppo grandi? Oggi noi la pensiamo diversamente: non solo Aristarco aveva ragione nel declassare la Terra a semplice pianeta rotante su se stesso e orbitante attorno al Sole, ma era anche nel giusto nell'insistere sulla grandezza del Cosmo. Questo ci fa apparire la testimonianza di Archimede, che contiene la più antica menzione del sistema di Aristarco – di cui non parlano peraltro gli scritti del matematico di Samo che ci sono pervenuti – ancora più preziosa. Com'è noto, il filosofo stoico Cleante di Asso si spinse a dichiarare che «era dovere dei Greci accusare Aristarco di empietà per aver osato

porre in movimento il cuore dell'Universo», cioè la nostra Terra. Scherno e condanna analoghi dovevano toccare più di un millennio e mezzo dopo agli astronomi, da Copernico e Galileo, che avevano osato abbandonare «la fabbrica dei cieli» aristotelico-tolemaica.

Così, l'Arenario finì con il diventare un'arma della polemica tra copernicani e anticopernicani, come aveva compreso per primo l'autore del *De revolutionibus orbium caelestium* (1543). Ancora una volta il nome di Archimede si ritrova legato agli esordi della scienza moderna, così diversa da quella greca, ma al tempo stesso così capace di svilupparsi sulle «spalle dei giganti» che di tale sapere erano stati i coraggiosi costruttori.



Arenario, incipit

Alcuni pensano, o re Gelone, che il numero [dei granelli] della sabbia sia infinito in quantità: dico non solo quello dei [granelli di sabbia] che sono intorno a Siracusa e nel resto della Sicilia, ma anche di quello [dei granelli di sabbia] che sono in ogni regione, sia abitata sia non abitata. Vi sono poi alcuni che ritengono che quel numero non sia infinito, ma che non si possa nominare un numero che superi la sua quantità. È chiaro che se coloro che così pensano si rappresentassero un volume di sabbia di grandezza tale quale quello della Terra, avendo riempito tutti i mari e tutte le depressioni fino a raggiungere l'altezza delle più alte montagne, molto meno comprenderebbero che si possa nominare un numero che superi quella quantità.

Ma io tenterò di mostrarti, per mezzo di dimostrazioni geometriche che tu potrai seguire, che dei numeri da noi denominati ed esposti negli scritti inviati a Zeusippo, alcuni superano non soltanto il numero [dei granelli] della sabbia aventi [nell'insieme] grandezza uguale alla Terra

riempita come abbiamo detto, ma anche grandezza uguale al cosmo [intero]. Tu sai che dal più gran numero di astrologi vien chiamata cosmo la sfera il cui centro è il centro della Terra, e il [cui] raggio è uguale alla retta compresa tra il centro del Sole e il centro della Terra: questo l'hai appreso dalle dimostrazioni scritte dagli astrologi. Aristarco di Samo, poi, espose per iscritto alcune ipotesi, secondo le quali si ricava che il cosmo è più volte maggiore di quello suddetto. Suppone infatti che le stelle fisse e il Sole rimangano immobili, e che la Terra giri seguendo la circonferenza di un cerchio, attorno al Sole, che sta nel mezzo dell'orbita.

Archimede, *Arenario*, in Archimede, *Opere*, a cura di A. Frajese, Utet, Torino 1974, p. 447



Metodo per la scoperta dei teoremi meccanici

*

In tutte le sue opere conservate dalla tradizione, Archimede espone i teoremi da lui scoperti, facendoli seguire dalle rispettive dimostrazioni, secondo il metodo dimostrativo teorizzato da Aristotele e praticato in geometria da Euclide. Archimede tuttavia non rivela mai il modo in cui è giunto a scoprire i suoi teoremi, il quale è certamente diverso dal metodo con cui li dimostra. Perciò per molto tempo si è creduto che egli possedesse un metodo segreto, il quale gli consentiva appunto le scoperte delle proposizioni dimostrate poi nelle opere tradizionali. Solo nel 1906 il filologo danese J.L. Heiberg, curatore dell'edizione critica delle sue opere, scoprì in un manoscritto bizantino del X secolo d.C. un'opera di Archimede sino ad allora sconosciuta e intitolata Sul metodo meccanico, nella quale, nella forma di una lettera privata a Eratostene di Cirene – geografo, matematico e astronomo suo contemporaneo –, egli descrive il metodo con cui scoprì alcuni dei suoi più importanti teoremi. Presentiamo come brano l'introduzione di quest'opera, in cui Archimede, ricordando a Eratostene di avergli in precedenza inviato gli enunciati di due teoremi senza aggiungergli le