

# Progetto Manuzio



**Antonio Favaro**

**Archimede**



[www.liberliber.it](http://www.liberliber.it)

Questo e-book è stato realizzato anche grazie al sostegno di:

## E-text

Editoria, Web design, Multimedia

<http://www.e-text.it/>

QUESTO E-BOOK:

TITOLO: Archimede

AUTORE: Favaro, Antonio

TRADUTTORE:

CURATORE:

NOTE:

DIRITTI D'AUTORE: no

LICENZA: questo testo è distribuito con la licenza  
specificata al seguente indirizzo Internet:  
<http://www.liberliber.it/biblioteca/licenze/>

TRATTO DA: "Archimede",  
di Antonio Favaro;  
Collana Profili, 21 - Seconda edizione;  
A. F. Formiggini Editore;  
Roma, 1923

CODICE ISBN: informazione non disponibile

1a EDIZIONE ELETTRONICA DEL: 10 novembre 2006

INDICE DI AFFIDABILITA': 1

0: affidabilità bassa

1: affidabilità media

2: affidabilità buona

3: affidabilità ottima

ALLA EDIZIONE ELETTRONICA HANNO CONTRIBUITO:

Paolo Alberti, [paoloalberti@iol.it](mailto:paoloalberti@iol.it)

REVISIONE:

Alessandro Levati, [8av10s@tiscali.it](mailto:8av10s@tiscali.it)

PUBBLICATO DA:

Claudio Paganelli, [paganelli@mclink.it](mailto:paganelli@mclink.it)

Alberto Barberi, [collaborare@liberliber.it](mailto:collaborare@liberliber.it)

### Informazioni sul "progetto Manuzio"

Il "progetto Manuzio" è una iniziativa dell'associazione culturale Liber Liber. Aperto a chiunque voglia collaborare, si pone come scopo la pubblicazione e la diffusione gratuita di opere letterarie in formato elettronico. Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito Internet: <http://www.liberliber.it/>

### Aiuta anche tu il "progetto Manuzio"

Se questo "libro elettronico" è stato di tuo gradimento, o se condividi le finalità del "progetto Manuzio", invia una donazione a Liber Liber. Il tuo sostegno ci aiuterà a far crescere ulteriormente la nostra biblioteca. Qui le istruzioni: <http://www.liberliber.it/sostieni/>

ANTONIO FAVARO

*Archimede*

SECONDA EDIZIONE

A. F. FORMÍGGINI  
EDITORE IN ROMA  
1923

Il volgere del tempo che seco trascina ed affoga le memorie dei più gravi eventi, od almeno ne attenua la ricordanza, nulla può sul culto professato per gli uomini veramente sommi, e l'ammirazione per loro, ben lungi dallo scemare, va continuamente crescendo, perchè il progredire degli studii mette in evidenza sempre maggiore l'entità della contribuzione che seppero recarvi. E valga il vero: giammai come ai nostri giorni furono in onore gli studii sopra Dante, la maggior figura del medio evo; mai come ora si moltiplicarono le indagini intorno a Leonardo, l'uomo meraviglioso che domina con la sua immensa figura due secoli; e Galileo, oggetto costante di amoroze ricerche, ha avuto or ora il maggior omaggio che potesse essergli reso, con la raccolta diligente di tutta la sua mirabile produzione scientifica.

Ma fra questi giganti può ben dirsi giganteggi la figura di un altro sommo italiano che è fra i maggiori luminari dei quali si onori il genere umano, e che, sebbene in campi meno accessibili alla generalità, ha segnate nuove vie e lasciate traccie profonde ed indelebili del suo passaggio nel mondo. Archimede, la cui grandezza raggiunge i limiti del favoloso, è senza rivali nella scoperta di verità matematiche e nel fondamento di principii fisici; si porta così avanti nelle scienze meccaniche da dover aspettare ben diciotto secoli chi continui l'opera da lui iniziata; nume tutelare della patria, trova nel suo genio inesauribile sempre nuovi e meravigliosi espedienti per resistere all'insaziabile avidità conquistatrice della gran gente romana.

Quel tanto che della sua produzione scientifica è pervenuto insino a noi non è stato purtroppo ancora tradotto nella nostra lingua, e così, in questi tempi nei quali il greco originale e la veste latina, che il rinascimento si affrettò a darvi per metterla alla comune portata d'allora, vanno diventando l'appannaggio d'un numero sempre più ristretto di studiosi, accade che molti di quelli che pur vanno per la maggiore e parlano e scrivono di Archimede non lo conoscono che attraverso una traduzione, e ad ogni modo non sono in grado nè di gustare il testo originale nè di apprezzare le buone versioni che se ne hanno nell'altra lingua classica.

Sul declinare della vita, e prossimi ormai a conchiudere una attività quasi per intero dedicata alla storia delle scienze, abbiamo voluto tentar di ritrarre questa straordinaria figura in modo da farne comprendere tutta la grandezza a chi non abbia potuto accostarsi alle di lui opere; e per questi soltanto abbiamo scritto, augurandoci non lontano il giorno in cui o se ne tragga in luce la versione che giace dimenticata tra le carte dell'ultimo discepolo di Galileo, o le forze riunite di un filologo e di un geometra diano all'Italia una edizione italiana di tutti gli scritti del più grande matematico dell'antichità, che pienamente soddisfi alle crescenti esigenze dei nuovi tempi.

## I.

Della più bella di tutte le isole, come chiama Diodoro la sua Sicilia, i miti, i poeti e gli storici narrarono fin dai più remoti tempi le meraviglie: ai Sicani ed ai Siculi, che primi la abitarono, vennero dai Fenici commerci, industrie e ricchezze, e i Greci vi trapiantarono l'ormai avita loro coltura.

Nella posizione tra le più favorite dell'isola, sulla costa più ridente, a cavaliere del bacino orientale e dell'occidentale del Mediterraneo, Siracusa, fondata secondo la tradizione nel 734 a. C., sconfitta che ebbe i Cartaginesi invasori e rimasta vittoriosa nella lotta contro Atene, divenne in men di tre secoli padrona del mare; e, secondata dalla favolosa fertilità dei terreni sui quali aveva esteso il suo dominio, crebbe così fiorente da divenire, se non la più cospicua, certamente una tra le più ragguardevoli colonie greche del mezzogiorno d'Italia.

E di pari passo con la potenza marittima, estesa alle coste del Tirreno non solo, ma a quelle pur dell'Adriatico, e con la floridezza dei commerci che si svolgevano financo nel bacino orientale del Mediterraneo, progredì la coltura scientifica e letteraria, favorita e tenuta in onore grandissimo particolarmente sotto il sapiente e paterno regime di Gerone II. Questi, benchè avesse sortiti modesti natali, poichè il padre suo, Ierocle, l'aveva avuto da una schiava, ebbe tuttavia brillanti occasioni di mostrare le altissime sue doti militari durante i rivolgimenti che accompagnarono la costituzione e lo sfasciamento del regno fondato in Sicilia da Pirro, e così salì rapidamente ai

sommi onori: eletto stratega nel 275, volle l'elezione sua confermata dal popolo, e circondato dal favore di questo, salì al trono nel 269.

Mentre maggiormente ferveva la guerra, anzi nel più triste periodo dell'anarchia militare, quando cioè dopo la morte di Agatocle tiranno, l'isola era tutta sconvolta dalle guerre mosse dai Cartaginesi e dai Mamertini, sotto la signoria dello stratega Iceta, nacque in Siracusa Archimede.

Eutocio d'Ascalona nei commentarii ad un libro del Nostro scrive, ed in quelli ad un'opera di Apollonio ripete, che un Eraclide, nome comunissimo fra i Siciliani del tempo, probabilmente un discepolo, aveva scritta una «vita di Archimede»: era questo Eraclide forse lo stesso del quale il grande matematico scrive come di un amico di cui si serviva per trasmettere i suoi lavori a Dositeo: ad ogni modo questa «vita», come del resto quelle altre che noi sappiamo essere state scritte intorno a parecchi matematici dell'antichità, andò perduta. E perduta del pari, se pur mai la scrisse, andò la narrazione biografica che di Archimede troviamo affermato essere stata dettata da Proclo Licio.

Se tuttavia di Archimede si sa qualche cosa di più in confronto di ciò che è noto relativamente ad altri scienziati dell'evo antico, lo dobbiamo al trovarsi il di lui nome appresso gli storici per la parte che egli ebbe in grandi avvenimenti, ed ancora alla circostanza che nelle lettere premesse ai suoi lavori parla non di rado di sè medesimo. Così, per modo d'esempio, l'acuta e geniale interpretazione data or non ha molto ad un passo d'una di tali scritture, interpretazione o lettura confermata poco appresso da uno scolio a Gregorio Nazianzeno scoperto nella Biblioteca d'Oxford, permetterebbe di registrare il nome di suo padre, che sarebbe stato un Fidia astronomo, del quale è ricordata una determinazione del rapporto di grandezza tra il diametro del sole e quello della luna.

L'anno della sua nascita non ci è precisamente noto, e soltanto dal conoscere la data della sua tragica morte, che si collega ad un avvenimento storicamente bene accertato, e dal sapere d'altra parte ch'egli aveva raggiunto l'età di settantacinque anni, possiamo argomentare ch'egli abbia veduta la luce intorno all'anno 287 a. C.

Giulio Firmico, astrologo siciliano del terzo secolo dell'era volgare, spinse i suoi vaneggiamenti fino a trarre l'oroscopo dalla nascita di Archimede, e secondo la positura dei pianeti nel momento in cui sarebbe nato (chè questo è l'elemento fondamentale dei temi astrologici), giunse a concludere, averlo preconizzato le stelle come ingegno eccellente nelle meccaniche. Soltanto conoscendo le fantasticherie dell'astrologia giudiziaria, si riesce a concepire come il Firmico potesse credersi in grado di argomentare quale fosse stata la congiuntura delle stelle nel momento della nascita di Archimede, scrivendone circa sei secoli dopo, mentre di tale nascita non possono dirsi sicuri nè il giorno nè l'anno.

Fra coloro che con maggiori particolari tramandarono memoria di Archimede è Plutarco, il quale tra altro ci fa sapere ch'egli fu consanguineo ed amico del re Gerone, e contro questa notizia, che fu raccolta da tutti i biografi del grande Siracusano, starebbe ciò che trovasi asserito da Cicerone: questi infatti, in un passo delle Tusculane, sul quale dovremo ritornare più innanzi, lo dice «umile omiciattolo», ponendo in certo qual modo in contrasto la bassa origine di lui con l'altissimo grado di rinomanza al quale era pervenuto; anche Silio Italico scrive che era senza beni di fortuna: sicchè le due affermazioni prese insieme parvero contraddire alla parentela regale asserita da Plutarco. Senonchè, riflettendo che Gerone stesso, se anche dal lato paterno poteva vantare chiari natali, pure da quello materno era di origine oscurissima, anzi servile, non appariscono inconciliabili le due circostanze dell'umile stato nel quale si trovava la famiglia da cui uscì Archimede e della sua parentela con colui che ai meriti proprii dovette principalmente d'essere giunto a cingere la corona regale.

Ma poichè siamo a dire della famiglia d'Archimede e dei suoi ascendenti, non vogliamo passare del tutto sotto silenzio due altre asserzioni risguardanti i suoi discendenti, per quanto strane le abbiamo giudicate fin dal primo momento che in esse c'incontrammo. Davide Rivault, che curò una edizione delle opere del sommo matematico, nella biografia premessavi, afferma essergli stato riferito da un eruditissimo greco, il quale dalla lingua ellenica aveva tradotto nella latina le vite delle sante e dei santi siciliani, che in quelle fonti è narrato, essere la vergine e martire Siracusana

Santa Lucia discesa dalla stirpe d'Archimede; ma più strano ancora è che, dedicando l'autore l'edizione a Re Luigi XIII, ed avendo per certo fine cortigianesco voluto mettere in evidenza che il padre di lui era nato proprio nel giorno sacro a Santa Lucia, altri abbia così malamente interpretato il passo latino da far dire al Rivault ciò che mai eragli passato per il capo, cioè che la stirpe reale di Francia discendeva da quella di Santa Lucia, e quindi aveva nelle sue vene qualche stilla del sangue d'Archimede.

Poichè così poco ci è noto circa le origini del nostro matematico, non si dovrà attendere che positive notizie ci siano state tramandate intorno ai primi suoi anni ed all'avviamento ch'egli ricevette alle scienze. Se, come apparisce ormai indubitato, egli fu figlio di Fidia astronomo, è credibile che dal padre istesso gli sia stato istillato l'amore a quegli studii, ai quali però, per giungere, com'egli fece, a tanta altezza, dovette essere già dalla natura dotato di eccezionali disposizioni. Afferma il Linceo Mirabella che, essendo ancor giovine Archimede, venisse ripetutamente Platone in Siracusa al tempo di Dionigi tiranno, ed avendovi introdotto lo studio delle matematiche e della filosofia, contasse tra i suoi discepoli anche Archimede, il quale sotto la sua guida avrebbe fatto progressi mirabili, ed altri ripetè la medesima cosa, non riflettendo però che quando Archimede venne alla luce, Platone era già morto da circa mezzo secolo. Sicchè questa notizia potrebbe quasi fare il paio con quell'altra di origine araba, e secondo la quale il Nostro sarebbe stato figlio di Pitagora.

Sia stato però il padre soltanto maestro a suo figlio, o da altri ancora sia stato avviato alle matematiche, apparisce da quanto ci viene narrato che, particolarmente nella geometria, non solamente progredisse fin da principio in modo straordinario, ma altresì che ne fosse in così alto grado invaghito da trascurare per essa qualsiasi altra occupazione. Infatti, conforme riferisce Plutarco, ed è confermato da Massimo Tirio, a null'altro pensava che a questi suoi studii prediletti, e ciò di maniera che ovunque si ritrovava altro non facesse che tirar linee e disegnare figure geometriche, dimenticando talora perfino di prender cibo e di seguire quelle consuetudini che erano proprie degli uomini del suo tempo: ai bagni, per modo di esempio, non andava se non condotto quasi per forza, e non si assoggettava che a contraggenio alle unzioni che allora solevano praticarsi; eppure anche allora andava tracciando linee e figure nella cenere del vicino focolare, ed unto che fosse il suo corpo, seguiva sopra sè stesso a segnar figure col dito.

Non corre quindi lungo tempo ch'egli ebbe imparato tutto ciò che in Siracusa poteva essergli appreso, e le aspirazioni sue si volsero a quel gran centro di studii che esercitava una irresistibile attrazione sopra tutti gli spiriti illuminati e vaghi di coltura e progresso scientifico, cioè ad Alessandria.

Dopo la morte del magno fondatore della meravigliosa città, il vastissimo impero, ch'egli aveva conquistato con la spada, era andato diviso tra i suoi generali, e l'Egitto era toccato in sorte a Tolomeo Lago, il quale, animato da grande fervore per le scienze, dimostrò la maggiore inclinazione a proteggerne e favorirne i cultori, e così finirono per raccogliersi in Alessandria le membra sparse delle due celebri scuole, jonica e pitagorica. Ai generosi sforzi del primo dei Tolomei e dei suoi immediati successori si deve quindi se la loro capitale divenne il centro della universale coltura di quel tempo e fu la sede di quella prima scuola Alessandrina che segna una nuova èra nella storia delle scienze. Quivi infatti il famoso Museo, superbo edificio consacrato fin dal 320 agli studii ed all'insegnamento e che si mantenne per ben nove secoli, e poco lontano da esso la grandiosa e celebre biblioteca nella quale si pretende finissero per raccogliersi ben quattrocentomila volumi.

Le matematiche, al cui progresso già a questo tempo aveva contribuito una eletta e numerosa schiera di scienziati e di filosofi, vi avevano culto particolare per merito precipuo di Euclide, il quale deve pur sempre essere considerato come il fondatore di quella gloriosa scuola, se anche non gli si voglia riconoscere originalità ed elevatezza di investigazione. Se veramente, come si trova in generale affermato, questo grande geometra visse intorno al 300 a. C., Archimede che, come narra Diodoro e confermano arabi scrittori, tra i quali Abulfaragio, visse lungamente in Egitto e vi formò la propria educazione, deve essere approdato ad Alessandria pochi anni dopo la morte dell'autore

degli *Elementi*, e se non potè quindi esserne scolaro, fu, secondo ogni verisimiglianza, discepolo degli immediati discepoli di lui.

Perchè, sebbene nulla sappiamo di sicuro circa il tempo al quale assegnare questo primo soggiorno del Nostro in Egitto, non si va tuttavia molto lungi dal vero assumendo ch'esso abbia avuto luogo verso la fine del regno di Tolomeo Filadelfo e sotto quello di Tolomeo Evergete, cioè intorno alla metà del terzo secolo avanti Cristo. Probo infatti afferma ch'egli fu scolaro dell'astronomo e matematico Conone da Samo, ricordato anche da Virgilio, che viveva al tempo del secondo e del terzo Tolomeo: anzi è ben noto che intorno all'anno 243 a. C., subito dopo il felice ritorno di Tolomeo Evergete dalla campagna intrapresa contro Seleuco II re di Siria, finse trasportata in cielo la capigliatura che la sorella e moglie del re s'era recisa per propiziargli gli Dei, e intitolò una costellazione col nome che ancora porta di «Chioma di Berenice».

Di Conone, come pure di Dositeo, di Zeusippo e di Eratostene, è memoria, e per taluno di essi anco frequente, nelle introduzioni ad alcune fra le scritture di Archimede. Del primo egli fu verisimilmente, come s'è detto, scolaro e rimase poi sempre svisceratissimo: di lui deplora la morte dichiarandolo il solo dei suoi amici che ancora gli fosse rimasto, e tessendone l'elogio come di tale che nelle matematiche era dotato di mirabile sagacia: a proposito di un'altra delle sue scritture egli rimpiange di non averla resa di pubblica ragione durante la vita di Conone, perchè questi sarebbe stato in grado di darne giusto giudizio, e finalmente in altra occasione, accennando ad alcuni teoremi che gli aveva per lo addietro mandati, testualmente scrive: «Conone morì senza aver avuto il tempo di trovarne le dimostrazioni ed ha lasciati questi teoremi nella loro oscurità, ma se egli fosse vissuto le avrebbe indubbiamente trovate e con questa scoperta ed altre molte avrebbe allargato il campo delle cognizioni geometriche». E finchè Conone visse, Archimede gli fece sempre parte dei suoi lavori, anzi, siccome nessuno di questi è intitolato allo studioso per il quale professava così alta stima, è lecito presumere che soltanto in età avanzata egli siasi deciso a dar forma di trattati alle scoperte che veniva via via facendo nel corso dei suoi studii.

Dopo la morte del maestro, egli si rivolse a Dositeo, del quale verisimilmente era stato condiscipolo, ed anche a Zeusippo, ma nulla affatto di questi due, che saranno stati essi pure scolari del matematico da Samo, è giunto insino a noi.

Strabone asserisce, ed in questi ultimi tempi se ne sono avute ripetute conferme, che Archimede fu anche in relazione con Eratostene da Cirene, il quale da Tolomeo Evergete fu chiamato ad Alessandria per succedere al suo maestro Callimaco nella direzione della Biblioteca. Sarebbe difficile il determinare in quale ramo fosse maggiormente valente Eratostene. Chiamato «Beta», dalla seconda lettera del greco alfabeto, verisimilmente perchè giudicato secondo soltanto a Platone, gli scolari del Museo lo celebrarono con l'appellativo di «Pentathlon», cioè vincitore d'ogni sorta di ludi ginnici: così profondo negli studii di grammatica e di letteratura da voler essere per questi maggiormente celebrato, dettò trattati sopra gli argomenti più svariati: tentò, primo tra i Greci, la determinazione della grandezza della terra, e nelle scienze geografiche siffattamente si addentrò da dare, per giudizio dell'Humboldt, non solo una chiara descrizione di quanto esisteva, ma da esporre altresì ardite e felici considerazioni sopra la natura e la cagione dei mutamenti avvenuti: per quanto riguarda, finalmente, le matematiche propriamente dette, egli sembra non averne trascurato alcun ramo, ed il poco rimasto induce a deplorare maggiormente il molto perduto. Egli fu insomma e sotto ogni rispetto degnissimo che Archimede gli indirizzasse quella scrittura della quale diremo a suo tempo, e che venuta in luce più che venti secoli dopo la morte del suo autore, ha rivelato al mondo stupito un matematico ancor maggiore, se fosse possibile, di quello che le precedenti generazioni avevano ammirato.

## II.

Che Archimede, oltre all'Egitto, abbia visitato anche altri paesi, troviamo affermato da alcuni scrittori, e fra altri dal Torelli, uno dei principali editori delle sue opere, che scrive essersi egli, di ritorno all'Egitto, recato altrove ed ivi avere per qualche tempo soggiornato.

Al tempo in cui il Torelli scriveva non era ancor noto un passo di Leonardo da Vinci, il quale nota d'aver «ritrovato nelle storie delli spagnioli» che Archimede Siracusano si trovava presso Eclideride, re dei Cilodastri, nel tempo in cui erano in guerra con gl'inglesi, e, combattendosi sul mare, suggerì certa disposizione da darsi all'armatura delle navi per la quale poteva lanciarsi facilmente pece infuocata che obbligava il nemico ad abbandonare il combattimento e metteva in grave pericolo i vascelli.

In quale istoria della Spagna abbia Leonardo trovata menzione di tale fatto nessuno finora ha saputo dire: in capo al brano autografo si legge d'altra mano: «Historia de los espanyolos antiguos», ma persone dottissime in tale materia non sono state in grado di trovare conferma del fatto non solo, ma neppure menzione del re e del popolo presso il quale sarebbe stato Archimede, esercitando in certo qual modo le funzioni di ingegnere militare. Sicchè, a meno di trovarne conferma in altre fonti, che non sapremmo nemmeno dire quali potrebbero essere, non il solo fatto riferito da Leonardo, ma anche il soggiorno stesso di Archimede nella Spagna deve essere relegato tra le cose meno sicure che intorno alla vita di lui ci vennero tramandate.

Assai più probabile è che Archimede, dopo quel suo primo viaggio in Egitto, dove, attratto dalla fama della scuola d'Alessandria aveva compiuta la sua educazione matematica, vi sia tornato dopo che erasi diffusa la fama del suo genio, o chiamato dallo stesso Tolomeo, o mandato dal re Gerone, perchè ad un secondo soggiorno Egiziano crediamo devano riferirsi le grandi imprese che gli storici raccontano aver egli operate in quel paese.

Da fonti arabe abbiamo anzitutto che in Egitto avrebbe Archimede costruiti ponti ed elevate grandi arginature, queste per regolare le feconde inondazioni del Nilo, quelli per mantenere le comunicazioni fra le città e le borgate che dalle acque tracimate rimanevano divise.

Ma la invenzione più meravigliosa che, a vantaggio degli Egiziani, scrivono concordemente tutti gli storici avere Archimede ideato, è quella della coclea, della quale il giudice più competente, Galileo, così scrive nelle sue *Meccaniche*: «Non mi pare in questo luogo sia da passar con silenzio l'invenzione di Archimede di alzar l'acqua con la vite: la quale non solo è meravigliosa, ma è miracolosa; poichè troveremo, che l'acqua ascende nella vite discendendo continuamente». Per formarsi una idea di questo apparecchio, s'immagini un cilindro di legno simile al fusto d'una colonna lunga circa da dieci a dodici volte il suo diametro, intorno al quale si attortigli in forma di spirale un canale aperto ai due estremi e che va da un capo all'altro del cilindro; od in altre parole una vite il cui verme sia arrotondato e cavo. L'estremità inferiore del cilindro peschi nell'acqua da una certa profondità per poterla attingere, e la superiore sia munita d'una ruota o d'una manovella per far girare la vite intorno al proprio asse. Ora, per comprendere come avvenga quello che trovasi così chiaramente enunciato da Galileo, cioè che l'acqua sale nella vite, perchè ad ogni istante discende in essa per effetto del proprio peso, la qual cosa potrebbe a prima giunta sembrare un paradosso, supponiamo dapprima la vite perpendicolare alla superficie dell'acqua: allora tutti i suoi passi, cioè, per così dire, le pieghe del canale, rappresentano dei piani inclinati, e se, in questa posizione verticale, la vite girando intorno al proprio asse, facesse montare l'acqua lungo il canale questa salirebbe veramente per un piano inclinato; ma in questa posizione verticale la vite non farà mai salire l'acqua, qualunque sia il movimento che le viene impresso. Ma se si inclina la vite, in modo che il primo passo di essa formi un angolo con la superficie dell'acqua e sotto di questa, allora l'acqua entra nel canale cadendo lungo il primo passo, e se si fa girare la vite, il secondo passo si presenta all'acqua rinchiusa nel primo come questo si era presentato esso stesso alla superficie dell'acqua, e, per conseguenza quest'acqua racchiusa nel primo dovrà cadere lungo il secondo, e così di seguito per i passi successivi, finchè l'acqua uscirà dalla parte superiore del canale. Vitruvio lasciò scritto che «l'inclinazione del capo sollevato sarà tale quale richiede la proporzione del triangolo rettangolo di Pitagora», vale a dire del tipo che gli Egiziani chiamavano il più bello, nel quale cioè i cateti hanno per lunghezza 3 e 4 e l'ipotenusa 5; e Galileo prescrive: «la vite per alzar l'acqua deve esser inclinata un poco più della quantità dell'angolo del triangolo, col quale si descrisse essa vite».

Questa invenzione, suggerita ad Archimede dalle sue profonde cognizioni geometriche e



recata a perfezione dalla felicissima attitudine che egli possedeva per le cose meccaniche, fu, se noi dobbiamo prestar fede a Diodoro, usata dagli Egiziani per alzare le acque e farle pervenire là dove, per la soverchia elevazione del terreno, non arrivavano naturalmente le inondazioni del Nilo; altri invece pretende che ne usassero per prosciugare i terreni i quali, a motivo della bassezza del loro livello, non potevano liberarsi dalle acque dopo cessata l'alluvione, sicchè queste impaludavano ed imputrivano con grave danno per la salute degli abitanti. Così all'uno come all'altro fine sarà stata adoperata dagli Egiziani la vite inventata per loro da Archimede, il quale, come troviamo, se ne servì anche per prosciugare la sentina d'una gran nave ch'egli costruì per ordine del re Gerone, e della quale son piene le istorie sul fondamento della descrizione che, secondo Ateneo, ne ha lasciato Moschione.

Si è già notato per incidenza quanto grande fosse ai tempi ai quali ci riferiamo la fertilità della Sicilia, e ne fornisce una prova le generosità con la quale il re Gerone disponeva della decima parte dei raccolti che per legge personalmente gli spettava. Al popolo romano, nella occasione di un suo viaggio alla città eterna, portò in dono duecentomila moggia di frumento, altro ne inviò più tardi quando in Roma scarseggiava al tempo della guerra coi Galli, nè mancò di venire in soccorso di Rodi devastata da un terremoto; e pare sia stata appunto destinata al trasporto di grano e di vettovaglie in Egitto la smisurata nave ideata da Archimede e costruita sotto la sua direzione.

Si narra dunque che tanto legname fu raccolto sull'Etna e preparato per questo gran vascello quanto sarebbe bastato alla costruzione di sessanta galere, e tutto il materiale metallico e quello occorrente per le vele e per le gomene fu provveduto dall'Italia, dalla Spagna e dalla Gallia. Un esercito di operai attendeva ai lavori sotto la sorveglianza di Archia Corintio architetto, mentre trecento di essi erano impiegati soltanto nel ricoprire di lastre di piombo la struttura lignea mano a mano che andava progredendo. Portata nello spazio di sei mesi la costruzione alla metà, dal cantiere all'asciutto nel quale si stava lavorando, dovette essere trascinata in acqua, e lo storico che andiamo seguendo scrive che «il tirar questa nave in mare essendo cosa molto malagevole, il solo Archimede ve la trasse con pochi strumenti, avendo allestito l'elica per mezzo della quale ridusse in mare una nave così smisurata». Si dura per verità a comprendere come potesse a tal fine essere impiegata la coclea che vedemmo testè da lui inventata per ben altri scopi, e stimiamo assai più probabile ch'egli si sia servito della «trochlea», o di meccanismi d'altro genere dei quali diremo tra poco. In altri sei mesi fu compiuta la costruzione della ossatura che era tenuta insieme mediante chiodi di bronzo che raggiungevano perfino il peso di quindici libbre ciascuno. Ben venti ordini di remi erano predisposti per la navigazione, e nell'interno erano distribuiti gli alloggiamenti per i marinai ed i soldati, le cucine, i magazzini e quant'altro occorresse per la popolazione della nave. I pavimenti erano a mosaico e rappresentavano varii episodii della guerra di Troia «essendo l'artificio in ogni cosa maraviglioso, e per la struttura e per la copertura e per le porte e per le finestre».

Sulla tolda erano spazii riservati per gli esercizi ginnastici, e lungo tutta la nave sopra coperta passeggi e teatri e giardini con condotte di acqua per il mantenimento delle piante. Un alloggio sontuosissimo era riservato ai piaceri più intimi, e questo, fornito di tre letti, aveva il pavimento di agata, le pareti di cipresso, le porte d'avorio e di cedro, ed il tutto ornato di pitture e di statue: e statue pure in forma di cariatidi alte sei braccia dividevano i piani della nave.

Nè mancavano la biblioteca con un orologio, fattura esso pure di Archimede (e nel quale parve a taluno di poter ravvisare un esemplare della Sfera della quale diremo tra poco), il bagno, le cisterne, le peschiere, e le stalle per numerosi cavalli. Alla difesa ed all'offesa provvedevano otto grandi torri, due alla poppa, due alla prora, quattro nel mezzo, e cadauna di esse era occupata da quattro armati e da due arcieri che avevano sottomano gran provvista di pietre e di frecce; ed oltre a questo erano baliste capaci di lanciar sassi e saette lunghe dieciotto piedi alla distanza di centoventicinque passi, senza contare altri apparati bellici tra quelli che si può dire fiorissero tra le mani di Archimede.

Tre erano gli alberi della nave, il più alto dei quali dovette farsi venire dalla Bretagna, non essendosi trovato nè in Sicilia nè più vicino un fusto di tanta altezza; quattro le ancore di legno ed otto di ferro. Finalmente non meno di seicento uomini erano addetti al servizio di questa specie di

città galleggiante. Con essa, ed altre navi minori che le facevano corona, narrano gli storici che Gerone mandò in Egitto sessantamila moggia di frumento, diecimila orci di salumi lavorati in Sicilia, ventimila talenti di carne ed altrettanti di altre vettovaglie: il tutto, compresa la nave che si chiamava Siracusa e che fu poi detta Alessandria, in dono a Tolomeo Evergete.

Lasciando da parte tutto ciò che in tale narrazione si contiene di favoloso, torneremo per un momento sull'espedito che Archimede avrà adoperato per varare la nave giunta alla metà della sua costruzione; il quale espedito, con tutta verisimiglianza, sarà stato quello del quale troviamo memoria essersi egli servito per dimostrare al re, come ci fa sapere Plutarco, che qualsiasi peso, per grande che sia, può muoversi con una minima forza «e millantandosi sulla sicurezza della dimostrazione, s'avanzò a dirgli che, s'egli avesse un'altra terra, passando esso in quella, gli darebbe l'animo di smovere questa. Meravigliatosi di ciò il re Gerone, il pregò di far vedere in opera un sì fatto problema e di mostrare mossa da una piccola forza una qualche gran mole. Per lo che Archimede, comperata una grossa nave da carico di quelle del re e fattala trarre a terra con gran fatica e a forza di mano e caricatala di molti uomini e del solito peso, sedendo egli in disparte e movendo non già con violenza, ma agiatamente colla propria mano certo principio di argano a molte funi, la fece scorrer per terra con tutta placidezza e senza rimbaldi, non altrimenti che se fosse andata per acqua».

Fin qui la narrazione dello storico, la quale però ha bisogno di commento, perchè non convien credere che Archimede si pensasse d'aver con la sua invenzione sovvertite le leggi della natura, tra le quali è che niuna resistenza può essere superata da forza che non sia di quella più potente, imperocchè la natura non può essere superata o defraudata dall'arte.

Non è malagevole immaginare quale fosse il meccanismo del quale si sarà servito in quella occasione Archimede, poichè noi troviamo che di congegni diversi atti a smuovere e tirar pesi gli viene attribuita l'invenzione, escludendo pure quella del *caristion*, intorno al quale si agitarono in questi ultimi tempi così dotte controversie: sono tra questi l'asse nella ruota e l'argano, la girella mobile e la taglia, chiamata *trochlea* dai Greci, la combinazione dei quali apparecchi si presta alla cosiddetta moltiplicazione della forza secondo ogni voluta proporzione. E noi crediamo fermamente avesse Galileo in mente la narrazione della maraviglia operata da Archimede nel mettere da solo, ma lentissimamente, in moto la grossa nave, quando dimostrava così luminosamente quali siano le vere utilità che si traggono dalla scienza meccanica e quanto sia falsa la credenza di potere con poca forza muovere ed alzare grandissimi pesi, ingannando in un certo modo la natura. «Allora solamente, scrive egli, si potrà dire essersi superato il naturale istituto, quando la minor forza trasferisse la maggiore resistenza con pari velocità di moto, secondo il quale essa cammina; il che assolutamente affermiamo essere impossibile a farsi con qual si voglia macchina immaginata o che immaginar si possa».

Riferiremo ormai sommariamente di altre invenzioni meccaniche attribuite ad Archimede, tra le quali vogliamo dire anzitutto di quelle riconosciutegli in alcune opere mediche, e che avrebbero servito ad agevolare certe operazioni chirurgiche, perchè crediamo abbiano affinità grandissima coi meccanismi adatti al sollevamento ed alla trazione dei pesi, trovando che, ridotte alle debite proporzioni, erano adoperate col nome di trispasti o polispasti per le riduzione delle slogature.

Ad Archimede fu pure attribuita l'invenzione del cosiddetto organo idraulico, il quale rendeva all'orecchio una grata armonia di suoni prodotti dall'acqua che si muoveva in tubi artificiosamente disposti, e Tertulliano, scarso lodatore degli scrittori gentili, molto commenda tale invenzione, la quale farebbe anche supporre che il Nostro non si fosse mantenuto del tutto estraneo alle cose musicali; ma non vogliamo passare sotto silenzio che e Plinio e Vitruvio e Filone attribuiscono l'organo idraulico a Ctesibio.

Mario Vittorino, scrittore del quarto secolo, e Attilio Fortunazio, vissuto intorno al 500, conservarono memoria del *loculo Archimedeo*, il quale è un divertimento geometrico che sotto diverse forme e col titolo di «giuoco cinese» ha formato la delizia di più generazioni, e che con aspetto più grandioso, se non più complicato, e col nome di «puzzle» è venuto pochi anni or sono

dall'America in Europa ad esercitare la pazienza, se non l'intelligenza, di chi sente il bisogno d'ingannare il tempo.

Ausonio, che visse intorno al quattrocento, lo menziona pure, ma senza attribuirlo ad Archimede; però or non ha molto il Suter trovò la versione araba di un libro di lui relativo a tale argomento. Come ci vien descritto in fonti medioevali, consiste in quattordici tavolette d'avorio o triangolari o quadrangolari o d'altre forme poligonali, che, combinate insieme in un quadrato, si prestano a rappresentare figure diverse, come di una nave, di un pugnale, di un albero o d'altro. Era stato fin qui dubbio che si trattasse d'una invenzione d'Archimede, mentre appariva più probabile che Archimedeo fosse stato detto perchè fatto con arte squisita, cosicchè abbia trovato pur qui applicazione l'onomastico appellativo di «Problema Archimedeo» per tutto ciò che appariva di difficile soluzione; ma la scoperta recentissimamente fatta del testo greco di tale scrittura fra altre di Archimede, ha dissipato qualsiasi incertezza.

Ad Archimede pure si fa onore dell'invenzione degli orologi solari, ed un orologio sappiamo già che si trovava nella favolosa nave circa la quale ci siamo lungamente intrattenuti: chi gli contrasta quest'altro merito osserva esser detto che quell'orologio era fatto ad imitazione d'altro, senza però che si possa escludere che pur quest'altro fosse fattura d'Archimede; e non è improbabile che, leggendosi in Censorino, essere stati gli orologi importati in Roma dalla Sicilia, la invenzione d'essi sia stata attribuita ad Archimede.

Così tuttavia tanto per gli orologi quanto per le scitale, intorno ad una delle quali si avvolgevano i papiri per iscrivervi lettere le quali si voleva restassero segrete per quelli nelle cui mani fossero venute e non possedessero la scitola corrispondente, essa pure invenzione attribuita al Nostro, sono dubbie e contraddittorie le asserzioni degli storici, e ad ogni modo appartengono a tempi troppo posteriori perchè possano esser prese in seria considerazione.

Altre ancora e favolose invenzioni, come ad esempio le lampade eterne intorno alle quali si continuò a discutere a tutto il decimosettimo secolo, vogliono portato del genio d'Archimede; ma noi non vi ci tratterremo ulteriormente, chè altri e ben maggiori di quelli fin qui enumerati sono i titoli per i quali il suo nome è perpetuamente scritto fra quelli dei maggiori genii che onorarono l'umanità.

### III.

Fra tutte le invenzioni d'Archimede dimostra, a parer di Vitruvio, maggior sottigliezza quella mediante la quale scoperse al re Gerone l'inganno di un orefice che aveva posto dell'argento in una corona che doveva essere tutta d'oro. Plutarco nel trattato contro Epicuro e le sue massime accenna soltanto al fatto, ma Vitruvio lo racconta per disteso, e questo seguiremo nel narrarlo alla nostra volta.

Il re Gerone pervenuto al trono, e riconoscendo dalla benevolenza degli Dei i fausti eventi del suo regno, volle dar loro un segno della sua gratitudine con un cospicuo dono; chiamato perciò a sè un abile artefice gli consegnò un certo peso di oro perchè ne facesse una corona. Trascorso il tempo assegnato, l'orefice portò al re la corona che gli aveva commessa, fu riscontrato il peso corrispondere esattamente a quello dell'oro che gli era stato consegnato, e l'opera essendo stata altamente approvata fu appesa in un tempio in forma di ex-voto. Senonchè di lì a non molto, non è detto se in seguito ad una denuncia o per qualche altro motivo, si cominciò a sospettare che la corona non fosse proprio tutta d'oro e che l'orefice, trattenuta per sè parte del più nobile metallo, altro ve ne avesse mescolato fino a raggiungere il peso voluto, di che irritato il re, il quale pur non voleva che l'egregio lavoro venisse danneggiato, e manomessa in qualsiasi maniera una offerta già fatta agli Dei, invitò Archimede a scoprire se o meno l'artefice avesse commessa la frode della quale era sospettato.

Preoccupato Archimede della soluzione del grave problema, egli vi pensava di continuo, finchè un giorno entrando nel bagno ed osservando che quanto più era del suo corpo dentro all'acqua tanto maggiore quantità ne usciva dalla tinozza, parvegli che in ciò appunto si

contenessero gli elementi della soluzione che andava cercando, per la qual cosa pieno d'allegrezza uscì dal bagno e così tutto nudo com'era corse a casa gridando per le vie εὐρηκα, εὐρηκα.

Fin qui la leggenda; veniamo ora ai commenti di Vitruvio. Narra questo scrittore che Archimede «fece due masse, una d'oro e l'altra d'argento, tutte due dello stesso peso di che era la corona. E avendo così fatto, riempi d'acqua un gran vaso fino al sommo, e poi vi pose dentro quella massa d'argento, di cui quanta grandezza fu immersa nel vaso, tant'acqua del vaso uscì fuori. Cavata di poi dal vaso quella massa, tanta acqua vi ripose dentro, quanta n'era uscita fuori per riempire quel vaso insino al sommo, come prima. Così ritrovò sottilmente, quanta misura di acqua rispondeva ad una certa misura d'argento avendo fatto di ciò sottil prova; allora, posta l'altra massa dell'oro parimente nel vaso pieno, e trattala poi fuori aggiungendovi l'acqua con la medesima misura e ragione, ritrovò chiaramente come non era uscita sì gran somma d'acqua, ma tanto meno n'era uscita, quanto minor corpo ingombra una massa d'oro, che una d'argento del medesimo peso. Ripieno di poi quel vaso, e posta nell'acqua quell'istessa corona, ritrovò che più acqua usciva fuor per conto della corona, che per la massa d'oro di peso uguale. Onde discorrendo sopra quel che più usciva fuori, ponendovi la corona, che ponendovi la massa, ritrovò il mescolamento dell'argento con l'oro, e insieme il manifesto furto dell'orefice».

Il testo è dubbio quanto alla semplice scoperta della frode, oppure alla determinazione dell'entità di essa, ed i varii traduttori diversamente lo interpretarono, parendo non degno della sottigliezza d'Archimede e dell'espedito da lui escogitato il contentarsi del risultato per dir così qualitativo senza scendere al quantitativo; anzi Proclo Licio afferma recisamente, essere stata da Archimede scoperta la quantità dell'argento che l'orefice aveva fraudolentemente introdotto nella corona.

Ma anche il procedimento generale, come vien narrato da Vitruvio, non fu giudicato essere stato proprio quello seguito dal grande Siracusano, ed affatto diversa è la narrazione che si legge in un poema per lungo tempo attribuito a Prisciano, la quale liberamente tradotta dice che Archimede prese una libbra d'oro e una d'argento e le pose nei piatti d'una bilancia, nei quali naturalmente si facevano equilibrio; li immerse poi nell'acqua, ma siccome in questa per il traboccar dell'oro si perdeva l'equilibrio, per ristabilirlo aggiunse un certo peso all'argento, per esempio tre dramme, dal che rilevò che una libbra e tre dramme d'argento corrispondevano ad una libbra d'oro nell'acqua. Ciò fatto, pesò la corona che doveva esser tutta d'oro, e ritrovatala, per esempio, del peso di sei libbre, prese poi altre sei libbre d'argento e queste con la corona avendo posto sui piatti della bilancia, immerse nell'acqua. Se la corona fosse stata tutta d'oro, sarebbero bastate diciotto dramme d'argento aggiunte alle sei libbre per equilibrare i pesi, ma ogni dramma in meno delle diciotto provava la presenza nella corona d'un terzo di libbra d'argento.

Nemmeno Galileo si appagò della narrazione di Vitruvio, giudicando quella maniera «molto grossa e lontana dall'esquisitezza; e vie più parrà a quelli che le sottilissime invenzioni di sì divino uomo tra le memorie di lui avranno lette ed intese, dalle quali pur troppo chiaramente si comprende quanto tutti gli altri ingegni a quello di Archimede siano inferiori, e quanta poca speranza possa restare a qualsisia di mai poter ritrovare cose a quelle di esso somiglianti». Indi prosegue lo stesso Galileo, che delle scritture del geometra Siracusano aveva fatto studio profondo, e per così dire vital nutrimento: «Ben crederò io che spargendosi la fama dell'aver Archimede ritrovato tal furto co 'l mezzo dell'acqua, fosse poi da qualche scrittore di quei tempi lasciata memoria di tal fatto; e che il medesimo, per aggiugner qualche cosa a quel poco che per fama aveva inteso, dicesse Archimede essersi servito dell'acqua nel modo che poi è stato dall'universal creduto. Ma il conoscer io che tal modo era in tutto fallace e privo di quella esattezza che si richiede nelle cose matematiche mi ha fatto più volte pensar in qual maniera co 'l mezzo dell'acqua si potesse esquisitamente trovare la mistione di due metalli, e finalmente, dopo aver con diligenza riveduto quello che Archimede dimostra nei suoi libri delle cose che stanno nell'acqua, ed in quelli delle cose che pesano egualmente, mi è venuto un modo che esquisitissimamente risolve il nostro quesito, il qual modo crederò io esser l'istesso che usasse Archimede, atteso che, oltre all'esser esattissimo, dipende ancora da dimostrazioni trovate dall'istesso Archimede»; e questo modo espone nel suo primo

lavoro dettato in volgare e che troviamo anche intitolato: «Discorso del sig. Galileo Galilei intorno all'arteficio che usò Archimede nel scoprir il furto dell'oro nella corona di Hierone».

Si credette anche che dalla soluzione del problema della corona Archimede fosse stato condotto all'invenzione dell'areometro, e reputatissimi storici delle scienze sostennero ch'egli aveva per lo meno fatto uso di uno di tali strumenti in metallo, munito d'una scala graduata, ma studii più recenti ed accurati lo escludono in modo assoluto.

Dei due trattati di Archimede che vedemmo testè menzionati da Galileo, il primo da lui citato, quello cioè intorno ai galleggianti, ha corso strane vicende.

Ancora nei primi anni della seconda metà del secolo decimoterzo si conservava il testo greco di tutti i trattati d'Archimede allora conosciuti, e nel 1269 esso pervenne nelle mani d'uno studioso il quale al tempo dell'effimero impero latino di Costantinopoli era stato lungamente a Tebe; tornato di là in Italia, e precisamente a Viterbo, curò di quel testo una versione latina servilmente fedele non meno nella sostanza che nella forma: dopo di che la scrittura originale sui galleggianti scomparve e la memoria ne fu affidata alla traduzione che fu certamente nota a Leonardo da Vinci, e che, pervenuta nelle mani del Tartaglia, fu da lui usata nella pubblicazione che per il primo ne curò. Fortunatamente di quella medesima versione latina venne a conoscenza uno studioso assai più perito nello studio degli antichi autori, cioè il Commandino, il quale ne fece una trascrizione chiara e corretta, sebbene abbia talvolta sostituito del proprio là dove gli pareva d'incontrare lacune od oscurità. E questi testi, ove se ne tolga un frammento greco edito dal Mai, ma che molto probabilmente è una ritraduzione dal latino, servirono agli studii ed alle traduzioni posteriori, fino a quando volle la fortuna che in questi ultimi anni s'incontrasse novamente quell'antica versione latina, del 1269, nella quale apparve tanto fedelmente conservato il carattere greco dell'originale che l'Heiberg, così famigliare con la lingua usata da Archimede, si sentì tentato di darne la restituzione del primo libro nell'idioma originale, e la diede. La scoperta in seguito da lui fatta del testo greco quasi completo di tale scrittura lo avrà messo in grado di apprezzare il valore della sua divinazione.

Due sole ipotesi pone Archimede a fondamento del suo trattato, cioè che in ogni liquido la parte meno compressa cede a quella che lo è maggiormente e che ogni parte è premuta dalle circostanti; l'altra dice che la spinta verso l'alto ricevuta da un solido immerso in un liquido ha come linea d'azione la verticale passante per il centro di gravità del solido. Premette poi due proposizioni dalle quali risulta dimostrato che la superficie di livello d'un liquido stagnante appartiene ad una sfera concentrica alla terra, di dove risulta immediatamente il fatto ingiustamente sconosciuto più tardi, e soltanto quasi ai nostri giorni confermato, cioè che su tutti i punti della terra il livello del mare è lo stesso, vale a dire dista ugualmente dal centro. Stabilite poi le condizioni d'equilibrio d'un solido immerso in un liquido, in capo alle quali è formulata in termini espliciti, e tali da non lasciare dubbio alcuno, la nozione del peso specifico, del quale nessuno prima di lui aveva avuta la minima idea, Archimede dimostra che se si immerge un solido in un liquido più pesante, esso tenderà ad uscirne con uno slancio proporzionale alla differenza di densità dei due corpi, ed arriva finalmente a quella proposizione nella quale consiste il cosiddetto «principio d'Archimede», e che testualmente dice: «Un corpo più pesante del liquido nel quale lo si immerge, discenderà al fondo, ed il suo peso, nel liquido, diminuirà d'una quantità misurata da ciò che pesa un volume di liquido uguale a quello del corpo».

Questa proposizione è dall'Heath risguardata come decisiva della quistione circa il modo nel quale Archimede determinò le proporzioni dell'oro e dell'argento contenute nella famosa corona: sicchè, ammessa la leggenda del bagno, è credibile che, non tanto, come si racconta, dall'osservare la quantità d'acqua che usciva dalla tinozza mano a mano che egli vi entrava, quanto invece dal sentire la diminuzione del peso del proprio corpo che si immergeva nell'acqua, abbia egli avuta idea della soluzione del problema, la quale fece dire al re Gerone che ormai avrebbe creduto qualunque cosa gli avesse detto Archimede.

Nelle due proposizioni che compiono il primo libro, deduce che un segmento di sfera abbandonato in un liquido si disporrà in equilibrio con la base orizzontale, tanto se è sommerso quanto se emerge dal liquido.

Analoghi argomenti, ma d'ordine più elevato, sono trattati nel secondo libro principalmente dedicato allo studio delle condizioni dell'equilibrio d'un segmento retto di conoide rettangolare immerso in un liquido, entrando in considerazioni le quali fanno supporre lavori d'indole ancor superiore, ma che disgraziatamente andarono perduti: a formarsi però un concetto della importanza degli studii condotti da Archimede intorno a questo argomento e pervenuti insino a noi in questo trattato, basti il giudizio del Lagrange, il quale scrisse che «esso è uno dei più bei monumenti del genio di Archimede, e contiene una teoria della stabilità dei corpi galleggianti, alla quale ben poco hanno potuto aggiungere i moderni» e tra quelli che più vi aggiunsero è Galileo, il quale giudicò la dottrina di Archimede sui galleggianti: «quanto di vero in effetto circa sì fatta materia poteva darsi».

## IV.

Ma forse ancor più che della soluzione data da Archimede al problema della corona rimasero gli antichi ammirati di quella Sfera, nella quale avrebbe così esattamente imitati i moti celesti, e che da alcuni, e fra gli altri da Cicerone, fu tenuta per più meravigliosa della natura istessa.

Secondo quanto riferiscono alcuni che la videro, ed in Roma rimase ed a lungo, portata come trofeo di guerra da Marcello e collocata nel tempio della Virtù, pare che in essa fossero rappresentati i moti del sole, della luna e dei cinque pianeti; vi appariva pure la formazione delle eclissi, e, ciò che sembra meno credibile, ma che è affermato dal Linceo Mirabella non sappiamo bene su qual fondamento, perfino certi fenomeni atmosferici, come il tuono ed i fulmini. Intorno ad essa ci informa anche un epigramma di Claudiano, secondo il quale la Sfera sarebbe stata di vetro, mentre Lattanzio Firmiano aveva scritto ch'era di rame, e questa disparità, non osiamo dire di opinione, diede luogo a molte discussioni, chè secondo alcuni non si sarebbe trattato di una unica sfera, ma di due, delle quali una di rame e l'altra di vetro, e secondo altri d'una sfera sola, internamente di rame ed esternamente di vetro. A due sfere distinte sembra del resto accennare anche Cicerone, una delle quali sarebbe stata solida, cioè piena, ed avrebbe costituito null'altro che un globo celeste.

Si discusse anche se questa di Archimede fosse la prima sfera celeste, od in altre parole se egli ne sia stato il costruttore primo: ora parrebbe per verità che di tali si avessero già prima di lui; i primi principii delle rappresentazioni in globi celesti e terrestri si ravvisano anzi nelle colonne del tempio di Salomone, nell'anello di Osimandia di Tebe e nello stesso scudo di Achille; e sfere e globi propriamente detti si fanno risalire al mitico Atlante, e della invenzione dei celesti è fatto onore a Talete, ad Anassimandro Milesio, sebbene con tarde testimonianze; ma non pare che in essi venissero, come in questo di Archimede, raffigurati con arte meccanica i moti celesti nei loro rapporti con la terra.

Discussioni ancor più gravi ebbero luogo circa il modo nel quale i movimenti venivano prodotti. Sesto Empirico sembra ravvisarvi uno di quegli automi che non furono sconosciuti all'antichità; il Cardano non ammette in via assoluta che la macchina fosse mossa da contrappesi, e crede più verisimile che il movimento fosse determinato dall'aria racchiusa, cosa questa assai più facile a dirsi che non a spiegarsi; non esclude tuttavia che si trattasse d'un artificio di ruote le quali si dessero tra loro vicendevole moto, senza però dire di che genere fosse la forza che lo determinava; ed il Kircher arrivò fino a scrivere che la macchina fosse mossa da forza magnetica o da qualche moto simpatico. Assai più probabile è che il moto fosse generato da un meccanismo idraulico, poichè anche in questo ramo di applicazioni erano straordinariamente progrediti gli antichi, e a dimostrarlo basterebbero gli Spiritali di Erone, cosicchè si possa assumere con qualche ragione che Archimede fosse passato maestro, come in tanti altri, anche in questo ramo della meccanica. Manilio infatti, riferendosi al secolo di Augusto, scrive dei meccanici che sapevano costruire sfere artificiali e dare una immagine dei moti celesti mercè l'azione dell'acqua che produce movimenti circolari ed uniformi; e di uno di questi meccanici, Posidonio, il nome ci fu conservato da Cicerone.

Nè vogliamo passare sotto silenzio che si volle vedere una allusione alla Sfera di Archimede

in quei versi nei quali Ovidio, tenendo parola della forma circolare del tempio di Vesta, dice:

«Arte Syracosia suspensus in aere clauso  
Stat globus, immensi parva figura globi»

ma è dubbio se le parole «Arte Syracosia» stiano ad indicare la meccanica in generale, oppure propriamente la invenzione di Archimede; e dubbio pure che nella Sfera di questo il globo centrale rappresentante la terra fosse mantenuto al centro dalla pressione dell'aria, oppure che la terra vi si trovasse in equilibrio conforme ai principii della meccanica, precisamente perchè essa è nel centro del mondo e sferica, come insegnava generalmente, salve le ben note eccezioni, la cosmografia dell'antichità. Molto di più noi sapremmo a questo proposito se fosse giunto insino a noi quel libro sulla *Sferopea* che, secondo Pappo e Proclo, sarebbe stato scritto da Archimede e nel quale pare fosse principalmente trattato della costruzione della sua sfera e di analoghi meccanismi.

Ora, perchè Archimede abbia potuto costruire quel congegno, che più propriamente si direbbe oggidì Planetario, non è dubbio ch'egli dovesse essere grandemente versato nell'astronomia, e lo attestano molti autori e tra gli altri Ipparco, come si legge nell'*Almagesto* di Tolomeo, il quale però, come conferma anche Galileo nel famoso *Dialogo*, diffidò d'uno strumento armillare che Archimede avrebbe costruito per prendere l'ingresso del sole nell'equinoziale.

Anche Tito Livio e Plutarco scrivono degli studii astronomici di Archimede, ma la maggiore e più sicura prova è fornita da lui stesso in principio del suo *Arenario*, là dove descrive il metodo da lui ideato per misurare il diametro apparente del sole. Colse egli l'astro al momento in cui spunta all'orizzonte, perchè essendo allora men ricco di luce, può essere direttamente guardato, e collocò un lungo regolo in posizione perfettamente piana ed orizzontale, e sopra di esso un cilindro che potesse con una delle sue basi esser fatto scorrere sopra il regolo: diretto questo verso il sole, l'occhio essendo ad una delle estremità ed il cilindro collocato fra il sole e l'occhio in modo da nascondere completamente l'astro, fece scorrere il cilindro sopra il regolo in modo che non si vedesse più se non un debole filo di luce lungo i fianchi del cilindro, e poi avvicinandolo finchè esso gli nascondesse interamente il sole; misurò poi gli angoli sottesi dal cilindro, dei quali il primo era evidentemente minore e l'altro maggiore di quello che ha per vertice l'occhio e che comprende il sole. Egli entra anche in molti particolari circa la correzione che stimò opportuno introdurre per il fatto che «l'occhio non vede da un punto ma da una grandezza», e riportati questi angoli sopra un quadrante di cerchio trovò il maggiore più piccolo della centosessantaquattresima parte, ed il minore più grande della duecentesima di un retto; ossia in altre parole che il diametro apparente del sole è compreso fra 32' 56" e 27', cioè è vero entro i limiti concessi dai mezzi strumentali del tempo, i quali evidentemente non consentivano una approssimazione maggiore.

Del resto Archimede si è servito della divisione del quadrante in ventiquattro parti, e quindi della circonferenza in novantasei, ma questa divisione combinata con l'altra in minuti fu certamente straniera ad Archimede, e con tutta probabilità anche ad Apollonio, se non fu introdotta in Alessandria altro che al principio del secondo secolo avanti l'era nostra, al tempo di Ipsicle: se Archimede ha, come si crede, calcolata una tavola delle corde, dovette senza dubbio impiegare frazioni della circonferenza o del raggio diverse dalla sessagesimale.

La stessa fonte alla quale abbiamo attinta la determinazione del diametro apparente del sole ci mostra come egli abbia pure calcolato il rapporto tra questo e quello della luna, e se in esso egli rimase molto al disotto del vero, vi si approssimò assai più dei suoi predecessori, poichè secondo Eudosso il diametro del sole doveva essere nove volte quello della luna; secondo Fidia, dodici; secondo Aristarco tra diciotto e venti; e secondo Archimede, trenta. Egli calcolò pure la distanza della luna e del sole dalla terra, l'ordine e le distanze dei pianeti, come pure il diametro della sfera stellare. La durata dell'anno venne da lui con tutta verisimiglianza assegnata in giorni 365 e un quarto; ed anzi a questo argomento si riferirebbe una scrittura che, secondo Ipparco, Archimede avrebbe stesa intorno al Calendario.

Così egli fu in grado di rappresentare la rivoluzione apparente del sole e dei pianeti intorno alla terra tanto esattamente da poter determinare per tempi non troppo lontani le eclissi del sole e

della luna. Ed il Libri scrive, e noi lo registriamo per quel che può valere, come al suo tempo si mostrasse ancora a Siracusa il luogo di dove Archimede faceva le sue osservazioni celesti. Delle quali è probabile che pur qualche cosa fosse detto nella *Sferopea* già ricordata e che andò perduta, come pure, e ormai irremissibilmente, si perdettero i libri di *Catoptrica* che da Teone sappiamo avere Archimede dettati, e che non sono da confondersi col trattato intorno agli specchi ustorii attribuitogli da Olimpiodoro e da Apuleio. Ma noi abbiamo voluto tenerne parola qui, perchè vi si collega direttamente la strana notizia contenuta in una lettera con la quale Tito Livio Burattini, fisico veneto del secolo decimosettimo, accusa da Varsavia al Bouillaud ricevimento del disegno e della dichiarazione del «tubo catoptrico», cioè del telescopio a riflessione del Newton. Egli scrive infatti che a Ragusa di Dalmazia esisteva al suo tempo una macchina con la quale potevano vedersi alla distanza di venticinque a trenta miglia i vascelli che navigavano nell'Adriatico, e che per tradizione era attribuita ad Archimede; ed aggiunge credere egli, fosse quella istessa che i Tolomei avevano posta sopra la torre del faro di Alessandria e mediante la quale, secondo una leggenda musulmana, si vedevano le navi uscire dai porti della Grecia.

E per ciò che concerne i lavori astronomici e geodetici di Archimede conchiuderemo col dire che uno scrittore arabo vuole abbia egli riordinato o per meglio dire istituito il catasto in Egitto, e finalmente che la misura della terra riportata da Cleomede, e che parte da quella dell'arco di meridiano compreso tra le città di Syene e di Lysimachia, sarebbe pure dovuta ad Archimede.

La quale ultima affermazione pare sarebbe da revocarsi in dubbio, sia perchè si dice che il risultato a cui conduce coincide con l'opinione espressa da Archimede in un trattato sulla misura della solidità della terra, del quale non abbiamo altrove trovata menzione di sorte alcuna, sia perchè tale risultato non collima con quello esposto da Archimede istesso nel già citato suo *Arenario*.

Questo trattato, che un dottissimo orientalista sostenne per qualche tempo non essere altro che una traduzione dal sanscrito, è invece quella fra le scritture di Archimede che meno ha sofferto per posteriori alterazioni: esso è indirizzato a Gelone, che l'autore chiama pur «re» sebbene vivesse ancora suo padre Gerone, ed egli fosse stato soltanto associato da lui al governo; ed il fine del lavoro è chiarito dalla stessa sua introduzione: «Sonvi alcuni, o re Gelone, i quali pensano che il numero dei grani di arena sia infinito, e dico non solo di quelli che sono intorno a Siracusa ed al resto della Sicilia, ma in qualsiasi altro luogo colto od incolto. Altri pensano che tal numero non sia infinito, ma che però non se ne possa assegnare uno maggiore. Se coloro che così pensano si immaginano un globo di arena uguale a quello della terra, colmante anche le caverne di essa e gli abissi del mare, e che si elevasse fino alle cime delle più alte montagne, tanto meno si persuaderebbero che possa esistere un numero il quale superasse la moltitudine d'esso. Io tuttavia mediante dimostrazioni geometriche le quali potrei seguire col pensiero, voglio farti vedere che fra i numeri da noi denominati nel libro indirizzato a Zeusippo ve ne sono che eccedono non soltanto quello dei grani d'arena di un volume uguale a quello della terra che ne fosse riempita, ma anche quello dei grani di arena d'un globo avente la grandezza dell'universo».

Il libro indirizzato a Zeusippo al quale si richiama Archimede, e che poco più sotto egli dice aver titolo «dei principii», non è giunto insino a noi, ma da quanto egli ne scrive qui si comprende che doveva trattare della denominazione dei numeri e fors'anco dei calcoli da istituire con essi, senza però uscire dai limiti che gli erano imposti dalla lingua e dalla scrittura, mentre nell'*Arenario* vuol raggiungere il numero che, per quanto considerevole, non oltrepassasse i limiti dell'intelligenza umana. Senza entrare qui in minuti particolari che non sarebbero consentiti dall'indole di questo scritto, basti il dire che l'ultimo numero d'un primo periodo di numerazione sarebbe rappresentato nel sistema nostro dalla unità seguita da ottocento milioni di zeri, e che questo è chiamato a costituire la unità dei primi numeri d'un secondo periodo del quale l'ultimo numero verrebbe ad essere la unità dei secondi numeri del secondo periodo, e così procede fino ad una cifra che nel nostro sistema sarebbe rappresentata dall'unità seguita da ottantamila milioni di milioni di zeri: e qui Archimede si arresta, ma il sistema da lui ideato potrebbe essere spinto ulteriormente senza alcun limite.

Ma non v'era bisogna di procedere tant'oltre per rappresentare il numero dei grani di arena



contenuti nel mondo.

Preso un volume di arena non maggiore d'un seme di papavero e supposto che il numero di grani in esso contenuto non sia maggiore di diecimila, e che inoltre il diametro del seme non sia minore della quaresima parte della larghezza d'un dito, supposto inoltre che il diametro del mondo sia minore di diecimila diametri terrestri e che finalmente il diametro terrestre sia minore d'un milione di stadii, trova Archimede un numero che oltrepassa quello dei grani di arena di una sfera uguale a quella del mondo rappresentato da una cifra che è ancora compresa nel primo periodo della sua numerazione e che oggidì diremmo il cinquantesimo termine d'una progressione decupla crescente: e che il sessantesimoterzo termine della stessa rappresenterebbe un numero superiore a quello dei grani di arena contenuti in una sfera concentrica alla terra e che arrivasse a comprendere le stelle fisse. Sicchè a ragione egli conclude: «Io penso, o re Gelone, che queste cose sembreranno incredibili al volgo degli uomini non versati nelle matematiche, ma appariranno dimostrate a quelli che ne sono periti e che conoscan le distanze e le grandezze della terra, del sole, della luna e di tutto il mondo».

Un teorema che Archimede dimostra in questo suo *Arenario*, e che permette di surrogare una moltiplica con una somma, indusse qualcuno a vedervi una prima idea dei logaritmi, e qualche altro giunse fino ad attribuirgliene l'invenzione; ma, come avvertì giustamente il Delambre, egli non menziona altro che i numeri interi della progressione decupla crescente, e nulla dice che possa far pensare, aver egli intraveduta la possibilità o l'utilità d'intercalare fra questi altri numeri frazionarii che si approssimassero quanto fosse necessario ai numeri della serie naturale, e che si potrebbe quindi con tal mezzo sostituire la somma dei loro numeri d'ordine nella progressione alla moltiplica dei due numeri istessi. Egli non ha nemmeno esteso il suo concetto alla sottra che avrebbe potuto sostituire la divisione, e finalmente egli sembra essere stato così lontano dal considerare questa idea come di applicazione utile ai calcoli pratici, da parer evidente che per lui essa non fu che un mezzo per dispensarsi dal calcolo, e non già un mezzo per rendere i calcoli più agevoli.

Archimede è del resto così ricco di conquiste nei più svariati rami delle matematiche da non meritare, diremmo quasi, che gli vengano attribuite invenzioni delle quali è dimostrato non aver egli avuto il più lontano concetto.

## V.

Il «massimo ingegno sovrumano» di colui che Galileo chiama «il mio maestro» e ch'egli scrive: «aver superato tutti», rifulge in particolar modo nelle opere matematiche, le quali non sono, come quelle di tanti altri geometri dell'antichità, compilazioni o raccolte: egli è principalmente e soprattutto uno scopritore ed un inventore, ed i lavori da lui lasciati contengono cose nuove, per la massima parte escogitate e trovate esclusivamente da lui.

Gli scritti d'Archimede pervenuti insino a noi nel testo originale greco sono stesi in dialetto dorico, o, più esattamente, in dialetto siculo-dorico; ma come abbiamo già notato, ad eccezione dell'*Arenario*, che men degli altri soffersse per alterazioni posteriori, si sono infiltrate in essi aggiunte e variazioni per parte di un interpolatore che apparisce perito nel dialetto dorico; un secondo interpolatore, e precisamente dopo Eutocio, ha completamente rimaneggiata una delle scritture, annullando quasi in essa le tracce del dialetto originale. Questi particolari furono rivelati da accurati studii condotti in questi ultimi tempi, poichè, come di tutte le opere dei matematici greci, così di quelle di Archimede avvenne che all'epoca del rinascimento furono dai matematici tradotte e commentate, ma in nessun conto tenute dai filologi puri, come quelle che erano giudicate di troppo scarsa importanza per i comuni studii delle umane lettere, e gli stretti legami della filologia classica con la storia delle scienze sono un portato di questi nostri ultimi tempi.

L'ordine cronologico, dal quale non si dovrebbe mai dipartirsi, porta a considerare gli scritti d'Archimede in una successione alquanto diversa da quella nella quale ci vengono offerti dai codici degni di maggior fede che ce li tramandarono, e poichè sull'*Arenario* e sui *Galleggianti* noi ci siamo già intrattenuti, considereremo brevissimamente gli altri nell'ordine seguito dall'Heiberg nella sua,

possiamo ormai ben dire celebre edizione; cioè: due libri della sfera e del cilindro; la misura del cerchio; dei conoidi e degli sferoidi; delle linee spirali; due libri dell'equilibrio dei piani ossia dei loro centri di gravità, tra l'uno e l'altro dei quali trova posto la quadratura della parabola; il libro dei lemmi, e finalmente il cosiddetto problema bovino. E qui ci giova subito avvertire che, ancora nel sesto secolo dopo Cristo, di Archimede non sembra fossero generalmente noti altro che i libri della sfera e del cilindro, la misura del cerchio ed i libri dell'equilibrio dei piani, intorno alle quali tre opere Eutocio scrisse dei commentarii che sono giunti insino a noi. Ed in queste, come nelle altre opere d'indole speculativa delle quali si è parlato, riponeva Archimede la sua maggiore compiacenza, e tutto il rimanente, al dire di Plutarco, considerava come giuochi ed accessori della sua geometria, conforme del resto all'opinione a que' tempi comune ai filosofi, che la mente umana si contaminasse nell'attendere a cose terrestri e materiali.

Fra tutti i suoi lavori pare che egli abbia tenuto in maggior pregio i due libri *della sfera e del cilindro*, anche perchè il rapporto tra il cerchio, la sfera ed il cilindro, al quale in essi pervenne, è sinteticamente rappresentato nella figura che, a quanto vien riferito, volle scolpita sulla sua tomba e, come vedremo a suo luogo, servì a riconoscerla dopo che se n'era perduta la traccia. Tra i postulati premessi è quello famoso della retta più breve distanza tra due punti, il quale fu erroneamente scambiato per una definizione, ed a cui in certo modo corrisponde quello relativo al piano: altri si riferiscono alla concavità di linee e di superficie e servono a confrontare rispettivamente le lunghezze e le aree di linee e superficie contermini, e finalmente vi si trova il celebre assioma che porta il suo nome, benchè Eudosso se ne fosse già servito prima di lui.

Nella lettera, se così può chiamarsi, con la quale la scrittura è dall'autore indirizzata a Dositeo, annuncia egli trattarsi della dimostrazione di queste tre nuove proposizioni, cioè che la superficie della sfera è uguale al quadruplo del suo cerchio massimo; che la superficie di qualsivoglia segmento sferico è uguale ad un cerchio il cui raggio uguaglia la retta condotta dal vertice del segmento al cerchio base d'esso; e che il cilindro avente per base il cerchio massimo della sfera e per altezza il diametro di esso, o in altre parole il cilindro circoscritto alla sfera, è una volta e mezza la sfera, e che le loro superficie hanno la medesima proporzione. Non sono questi però i soli risultati ai quali perviene nel primo libro, e le proposizioni con le quali li dimostra sono di capitale importanza sia per gli artifizii usati nel dedurli, che per le conseguenze delle deduzioni.

Delle questioni trattate nel secondo libro, l'argomento del quale è strettamente connesso con quello del primo, ci terremo ad accennare al problema di dividere una sfera con un piano in due segmenti aventi fra loro un dato rapporto, problema la cui soluzione dipende da una equazione del terzo grado; ma disgraziatamente egli la rimanda «in fine», e questo non era noto nemmeno ai tempi di Diocle e di Dionisiodoro: Eutocio credette d'averla trovata, ma ad ogni modo noi non sappiamo con tutta sicurezza in qual modo Archimede risolvesse il problema, o quale fosse in generale la soluzione da lui data ai problemi cubici.

Brevissima è la scrittura sulla *misura del cerchio* che è una specie di supplemento alla precedente, tanto breve anzi da far supporre che essa non rappresenti se non una parte del maggior lavoro ricordato da Pappo col titolo: «sulla periferia del cerchio», nel quale si suppone fosse trattato del rapporto di un arco qualsivoglia con la relativa corda. Ciò che ad ogni modo di tale ricerca giunse insino a noi ha per fine la determinazione del rapporto tra la lunghezza della circonferenza e quella del rispettivo diametro, le lunghezze di due linee qualsivogliano essendo considerate da Archimede, come lo erano già state da Dinostrato, quali grandezze omogenee. La trattazione è compiuta in tre proposizioni, le quali veramente si riducono a due, poichè la seconda non è che un corollario della terza. Dice la prima che ogni cerchio è uguale ad un triangolo rettangolo, uno dei cateti del quale è uguale al raggio e l'altro alla circonferenza, e per dimostrarla si appoggia alla considerazione di poligoni regolari inscritti e circoscritti al cerchio, e fa vedere che questo non può essere nè maggiore nè minore del triangolo, donde conchiude che dev'essere uguale. Le altre due proposizioni del breve trattato si riferiscono in qualche modo al famoso problema della quadratura del cerchio: nella seconda si dimostra che il cerchio sta al quadrato costruito sul suo diametro come 10 a 14; nelle terza che la circonferenza d'un cerchio qualsivoglia uguaglia il triplo del diametro più

una certa frazione di esso che è minore di  $1/7$  e maggiore di  $10/71$ , alla quale egli perviene inscrivendo e circoscrivendo al cerchio due poligoni di novantasei lati ciascuno e calcolando le lunghezze tra le quali la circonferenza del cerchio doveva necessariamente trovarsi. Disgraziatamente non pervennero insino a noi i particolari del calcolo ch'egli dovette istituire per giungere al risultato del quale, certamente per volontà propria, non spinse ulteriormente l'approssimazione; e, se noi non andiamo errati, è questo il primo esempio di un problema risolto per approssimazione, esempio così utile e così di sovente messo a profitto tanto nel calcolo algebrico come nelle costruzioni geometriche.

Brevi parole crediamo ancora dover adoperare circa il metodo usato in tale occasione, che non è altro se non il cosiddetto metodo di esauritione, del quale, secondo quanto narra Simplicio, avrebbe già fatto uso Antifonte nel secolo quinto avanti Cristo, e che fu sistematicamente adoperato da Eudosso nel secolo successivo. Questo metodo di *esauritione* consiste nel riguardare la grandezza data, p. e. l'area d'una curva, come il limite a cui si avvicinano sempre maggiormente dei poligoni inscritti e circoscritti, dei quali si moltiplica per via di bisezione il numero dei lati, in modo che la differenza si esaurisca, si riduca cioè ad essere più piccola di qualsiasi quantità data. Tale ravvicinamento continuo tra i poligoni e la curva somministrava un'idea sempre più precisa di questa, e con la guida della legge di continuità conduce alla conoscenza delle proprietà cercate, salvo poi di dimostrare in seguito rigorosamente i risultati ottenuti con la riduzione all'assurdo. Si è detto e ripetuto che gli antichi avevano considerate le curve come poligoni infinitilateri; nulla di meno vero, perchè questo principio non si riscontra mai nei loro scritti, e d'altronde non avrebbe potuto contribuire al rigore delle loro dimostrazioni: i moderni bensì l'hanno introdotto, semplificando tanto notevolmente le antiche dimostrazioni, e questa felice idea costituì il passaggio dal metodo di esauritione al metodo infinitesimale.

Un campo affatto nuovo si aperse Archimede con le ricerche sui solidi di rotazione dei quali nessuno s'era prima di lui occupato. Prese egli a considerare i solidi generati dalla rivoluzione delle sezioni coniche intorno ai loro assi, che chiamò cumulativamente col nome di *conoidi* e di *sferoidi*, e rispettivamente conoide parabolico ed iperbolico quelli generati dalla rotazione di una parabola e di una iperbole intorno al diametro immobile, e sferoide allungato ed appiattito quelli generati dalla rotazione di una ellisse intorno agli assi maggiore e minore: questi solidi, sia interi che segmentati, egli confrontò coi cilindri e coi cono della stessa base e della stessa altezza. Nelle sue ricerche egli procede dividendo i corpi di rivoluzione mediante piani secanti tra loro paralleli ed equidistanti, ed ottenne con ciò come elementi fra due di quei piani un solido che può considerarsi compreso tra due cilindri, uno inscritto e l'altro circoscritto: la somma dei cilindri maggiori e quella dei minori costituiscono due limiti tra i quali rimane compreso il volume del solido di rivoluzione e che, ravvicinando tra loro le superficie di sezione, possono esser fatti differire quanto poco si voglia tra loro. L'entrare in maggiori particolari circa i molteplici risultati registrati in questo libro ci è vietato dall'indole del presente scritto: ci basti il soggiungere che in esso è fornita una luminosa prova della facoltà che Archimede possedeva in grado eminente di modificare e di adattare il metodo di cui egli si serviva: i suoi procedimenti son vere integrazioni e segnano i primi passi all'invenzione dell'analisi infinitesimale della quale doveva poi gloriarsi il decimosettimo secolo.

L'ordine che ci siamo proposti di seguire in questa nostra rapidissima rassegna ci porta a parlare di quel libro di Archimede che vien giudicato il più notevole tra quelli di geometria piana che ci vennero conservati, cioè le *spirali*. Il trattato è indirizzato a Dositteo, e sono tra i teoremi in esso contenuti quelli dei quali, come già per incidenza abbiamo avvertito, la morte aveva impedito a Conone di trovare la dimostrazione.

La spirale di Archimede è la prima curva che comparisce nella geometria, generata contemporaneamente da una doppia specie di movimenti e da elementi mossi. Galileo la dice «generata da un punto che si muove uniformemente sopra una linea retta, mentre essa pur uniformemente si gira intorno ad uno dei suoi estremi punti, fisso come centro del suo rivolgimento»: meglio non potrebbero tradursi le parole stesse di Archimede. Il quale non si tenne ad insegnare la costruzione della nuova curva, ma ne trovò le tangenti e le aree comprese tra la

posizione iniziale della retta mobile e le varie spire. Delle molte proprietà da lui scoperte tuttavia le dimostrazioni non apparvero di facile studio a parecchi insigni matematici: il Vieta le giudicò paralogismi, il Bouillaud, anche dopo averle sviluppate, temette di non averle ben comprese, e forse non trovarono un sicuro interprete prima del Cavalieri, il quale per gli studii condotti intorno ad esse meritò d'esser detto da Galileo: «emulo di Archimede».

Passando dal campo della geometria a quello della meccanica, per formarsi un giusto concetto del contributo recatovi da Archimede, oltre ai libri dell'equilibrio dei piani, ed a quelli dei galleggianti, dei quali abbiamo già tenuto parola, converrebbe conoscere anche quell'altro di cui si trova menzione sotto i titoli: dei sostegni, delle leve, dell'equilibrio tra i pesi, ed anche dell'equilibrio delle figure nelle quali sono impiegate delle leve, già perduto fino dai tempi di Pappo, e nel quale assai verisimilmente era contenuta la definizione di centro di gravità che Archimede stesso scrive in altro suo lavoro d'aver già data, ma che non si trova in questi *dell'equilibrio dei piani*. In essi sono veramente posti i fondamenti della statica con lo sforzo evidente ed ammirabile di non enunciare alcuna nuova proposizione che non si deduca rigorosissimamente da postulati chiari ed esplicitamente enunciati: così egli arriva alle due proposizioni fondamentali dell'equilibrio fra due grandezze commensurabili quando siano reciprocamente proporzionali alle distanze alle quali sono sospese. I rimanenti teoremi del primo e del secondo libro hanno per fine la determinazione dei centri di gravità del parallelogrammo, del triangolo, del trapezio e del segmento parabolico, nella quale si hanno integrazioni che forse in ordine di tempo sono le prime alle quali sia giunto Archimede. E forse con questi libri hanno relazione quegli elementi di meccanica dei quali si ha memoria soltanto per la citazione che ne fu rinvenuta in un frammento delle scritture sulle galleggianti, da non molto scoperto.

Tra il primo ed il secondo libro dell'equilibrio dei piani viene ad inserirsi, come abbiamo già avvertito, la *quadratura della parabola*, questa pure indirizzata a Dositeo, e che vien considerata come quella che mette in maggior luce la sagacia del grande Siracusano. E qui non sarà fuori di luogo notare che già nel libro dei conoidi e sferoidi Archimede aveva dimostrato la notevole proposizione concernente il rapporto tra l'area dell'ellisse e quella del cerchio avente per diametro l'asse maggiore, rapporto che è lo stesso di quello che passa tra l'asse minore ed il maggiore; ma soggiungendo però subito che nel presente libro si porge il primo esempio di quadratura di un'area limitata da linee non tutte rette nè tutte curve.

Premesse tre proprietà elementari della parabola, che Archimede scrive essere state dimostrate ne' trattati sulle coniche, senza dire se suoi o d'altri, procede alla esposizione di due metodi diversi. Il primo, ch'egli chiama per via meccanica, e col quale trova la superficie del segmento limitato da un arco di parabola e dalla sua corda, appoggiandosi sui teoremi dei momenti statici e del centro di gravità del triangolo già esposti nel primo libro dell'equilibrio dei piani. Nel secondo, puramente geometrico, osservato che il triangolo inscritto nel segmento parabolico (avente cioè per base la base del segmento e per vertice il punto in cui la tangente è parallela alla base) è maggiore della metà di questo segmento, ne conchiude che se si continua la formazione della figura poligonale regolarmente inscritta, la superficie di questa potrà differire quanto poco si voglia da quella del segmento. Egli impiega la somma di una progressione geometrica decrescente: iscrive prima nella parabola un triangolo, poi un altro ancora in ciascuno dei due segmenti rimanenti, ed analogamente nei quattro, otto, sedici e così via che risultano da queste specie di continua bisezione, e trova che la somma di tutti quei triangoli è i quattro terzi del triangolo inscritto, risultato al quale era già pervenuto seguendo il metodo meccanico.

Più brevemente ancora diremo dei *lemmi* consistenti in una raccolta di eleganti proposizioni di geometria piana, di certo però non stese da Archimede nella forma che ci fu conservata dagli Arabi, e che verisimilmente sono tratte da altre scritture originali e che non giunsero sino a noi. Notevoli fra le altre quelle relative alla quadratura dell'arbelo e del salinon, figure analoghe alle celebri lunule d'Ippocrate, e nella prima delle quali occorrono quasi per incidenza il teorema delle tre altezze del triangolo che si tagliano in un punto e quello concernente la trisezione dell'angolo.

Ma non vogliamo compiere la rivista dei lavori geometrici di Archimede senza accennare

almeno ad un altro ordine di indagini da lui compiute e delle quali la memoria ci fu conservata da Pappo: questi infatti, per dimostrare che la sfera è tra i corpi quello che a parità di superficie racchiude il massimo volume, la paragona ad altre figure ad essa inscritte e sceglie, oltre i cinque regolari, altri solidi solo parzialmente regolari, cioè limitati da faccie equilatera ed equiangole, ma non tutte simili, aggiungendo che sono in numero di tredici e furono scoperte da Archimede, senza dire però nè a qual fine nè con quali mezzi avesse proceduto nelle indagini relative, che certamente ci sarebbero state rivelate se fosse a noi pervenuto quel libro sui poliedri che gli viene attribuito, ma che andò perduto.

E del pari, se pur di Archimede, non è nella sua forma originale il cosiddetto *problema bovino*, fatto per la prima volta conoscere dal Lessing, ed intorno alla autenticità del quale lungamente si discusse in Germania ed in Francia: anche il Gauss sembra essersene occupato, benchè nulla a questo proposito abbia dato alla luce. Nella sua forma attuale (è steso in dialetto ionico, usato sempre dai Greci nei poemi epici ed elegiaci) esso è con tutta verisimiglianza posteriore ad Archimede, ma quanto al problema in sè stesso, è non solo possibile ma anche probabile che sia a lui dovuto.

Tale problema, che figura indirizzato ad Eratostene, consiste nel determinare il numero dei buoi del sole, che pascevano un tempo sulle pianure della Sicilia, distinti in quattro mandre di diverso colore: ne fanno parte tori e giovenche distribuiti in gruppi nei quali entrano in proporzioni diverse che vengono specificate. Il problema è di analisi indeterminata, e basti il dire che la soluzione minima darebbe un numero di buoi rappresentato da una cifra seguita da oltre duecentomila zeri, tale in somma che non solo tutta la Sicilia, ma nemmeno la superficie tutta della terra basterebbe a contenerli. E del resto non sarebbe stato questo il primo caso di problemi intricatissimi ed anche falsi lanciati da Archimede per mettere in imbarazzo e convincere di menzogna i geometri del suo tempo; e lo dice espressamente nell'introduzione alle *spirali*.

Non deve poi recar meraviglia se, attesa la fama grandissima di Archimede e le leggende che andarono formandosi intorno a lui, gli siano stati attribuiti scritti ed invenzioni ch'egli non sognò mai: anzi delle invenzioni è detto che furono quaranta e più, e degli scritti geometrici vuolsi ne abbia lasciati ancora sull'eptangolo nel cerchio, sui cerchi tangenti, sulle parallele, sui triangoli, sulle proprietà dei triangoli rettangoli, sui dati e sulle definizioni, ed or non ha molto fu edita una lettera ch'egli avrebbe indirizzata a Gelone, ma che fu riconosciuta apocrifia.

Ai lavori di meno dubbia autenticità ed ai quali, e per le affermazioni di lui stesso o di altri degni di fede, possiamo credere abbia Archimede effettivamente atteso, si è già per incidenza accennato più sopra ogni qualvolta se ne offerse l'occasione, toccando di argomenti aventi con essi una qualche analogia: ad eccezione però di uno del quale ci siamo riservati di trattare qui in sulla fine.

È questo l'*ephodion* menzionato da Suida ed al quale Teodosio da Tripoli avrebbe scritto un commentario: il Rivault opinò che Archimede vi avesse descritto il suo viaggio in Egitto; il Tannery che vi si trattasse delle corde del cerchio, lo Schmidt che tale fosse il vero titolo della quadratura della parabola, e poichè la greca parola significa «avviamento» e fu adoperata nel senso di «metodo» dopo Aristotele, che vi fosse trattato del metodo di esaurizione, od almeno che fosse il titolo di un maggior lavoro del quale giunse a noi soltanto la quadratura della parabola. Ma il più competente fra tutti gli studiosi di cose Archimedee, l'Heiberg, appoggiandosi appunto sul significato della parola, opinò vi fosse trattato del metodo nelle matematiche, e la sua può ben dirsi essere stata una divinazione; e fu premio condegno alle sue fatiche la grande scoperta che or son pochi anni mise a rumore la scarsa ma eletta schiera di studiosi che attendono a ricerche sulla storia delle matematiche.

Nel 1907 infatti l'Heiberg annunziava che, durante l'estate precedente, in Costantinopoli, e precisamente nel *metochion* del monastero del Santo Sepolcro di Gerusalemme, egli aveva potuto esaminare un manoscritto che, sotto un *Euchologion* del decimoterzo secolo conteneva scritti di Archimede in un bel minuscolo del decimo secolo, ed aveva riconosciuto, oltre a quelli dei quali abbiamo già per incidenza fatto cenno, l'*ephodion*, cioè, per riferirne il titolo completo, «Metodo dei

teoremi meccanici di Archimede ad Eratostene».

Il metodo di esaustione di cui Archimede aveva già fatto così felice uso, e per il quale, lo ripetiamo, egli è giustamente risguardato come il più grande precursore dell'analisi infinitesimale, costituisce pure la base dei nuovi procedimenti; ma in essi è una nozione che per la prima volta comparisce nelle sue opere, quella cioè del momento di una forza rispetto ad una retta e ad un piano: senza farne il nome egli la impiega costantemente. Tradotto in linguaggio moderno il suo metodo consiste nel confrontare due volumi considerati come solidi omogenei e nel mostrare che i pesi dei loro elementi hanno lo stesso momento rispetto ad una retta data: siccome uno dei due volumi è stato scelto in modo che questo momento risultante fosse per esso noto, è noto del pari anche per l'altro. Come fu giustamente osservato, se questa scoperta non trasforma il concetto che già si aveva dell'opera di Archimede, essa la completa e la precisa, e mostra che il grande Siracusano s'era portato nelle vie della scienza moderna assai più innanzi che non si supponesse: essa accresce, se fosse possibile, la nostra ammirazione per il suo genio meraviglioso. Sicchè riceve nuova conferma il giudizio del Leibniz, il quale lasciò scritto che coloro i quali sono in grado di comprendere Archimede, ammirano assai meno le scoperte dei maggiori uomini moderni.

## VI.

Sotto il paterno e sapiente regime di Gerone aveva Siracusa raggiunto un grado altissimo di floridezza: quel saggio re, mentre curava da una parte le arti della pace, non trascurava però di munire la sua capitale in modo che potesse resistere agli attacchi, molti dei quali aveva già provato, per modo che la città, oltre ad essere una tra le più ragguardevoli del tempo, e rivaleggiasse con Alessandria per lo splendore degli edifizii pubblici e privati, era pure una fortezza formidabile. Ed è sommamente verosimile che attesa la stima sconfinata del re per Archimede, si sia valso dell'opera di lui nell'ideare e nell'eseguire queste opere di fortificazione le quali garantivano la città dal lato di terra come da quello del mare.

La Pentapoli, come la chiama Strabone, aveva un ambito di 180 stadii, vale a dire di più che trenta chilometri, e componevasi di cinque parti, cinta ciascuna da forti mura e di bastioni: la più antica, l'Ortigia, chiamata impropriamente dal popolo col nome di isola, a mezzogiorno, l'Acradina a levante, Tiche e Neapoli a ponente, e più alto nella parte estrema l'Epipoli coronata dal castello di Eurialo sulle colline di dove si godeva il magnifico spettacolo del promontorio Pachino, dei fertili campi di Ibla e delle cime nevose dell'Etna. Aveva all'intorno tre porti: il Trogilo sulla costa boreale dell'Acradina, il piccolo porto chiuso tra l'Acradina e l'Ortigia, e a mezzogiorno il gran porto nel quale la cosiddetta isola prestava sicuro asilo alle navi di maggior portata.

Tutte le parti della gran città erano cinte dalle alte mura contro le quali s'erano già infranti gli sforzi di Atene e di Cartagine: forte come cittadella era l'Ortigia, forte l'Acradina dalla parte del mare, forte l'Epipoli, ove le mura giungendo fino alle alture terminavano in un angolo formato dai fianchi convergenti del colle.

Queste valide opere di difesa, perfezionate dalle assidue cure del re Gerone, dovevano ben presto essere cimentate a dure prove, poichè mentre all'ombra della pace fioriva il regno Siracusano, scoppiò la seconda guerra punica, ed il vecchio e saggio sovrano dopo ben cinquantaquattro anni di regno veniva a mancare quando maggiormente sarebbe stato necessario che le redini del governo fossero nelle savie sue mani. Il figlio Gelone gli era premorto, sicchè a raccogliere la sua successione fu chiamato il figlio di questo, Ieronimo, giovinetto quindicenne che appena salito sul trono e liberatosi dal consiglio di tutela, di null'altro curante che del fasto, ruppe il freno ad ogni scostumatezza e crudeltà. Falsando la tradizione politica dell'avo, che s'era mantenuto costantemente fedele a Roma, cedette alle lusinghe d'Annibale che gli aveva fatto balenare innanzi gli occhi lo scettro di tutta la Sicilia, e quando una legazione romana tentò di rinnovare con lui l'antica alleanza, la congedò bruscamente, alludendo con ironia alla rotta di Canne.

Riusciti vani altri tentativi di Roma per riannodare le antiche amichevoli relazioni, la guerra fu dichiarata: senonchè muovendo egli stesso col grosso dell'esercito che aveva raggranellato, cadde

a Leontini per mano d'una delle sue guardie del corpo che una congiura orditasi contro di lui aveva prezzolato.

Ucciso il tiranno e spenta nel sangue tutta la famiglia reale fino alle donne ed alle bambine, fu proclamata la repubblica. Non erano tuttavia per questo cessate le lotte dei partiti, che anzi s'erano fatte più vive partecipandovi i popolari, ma finalmente prevalse la fazione favorevole ad Annibale ed all'alleanza coi Cartaginesi che inviarono una flotta al Pachino.

Roma, perduta ogni speranza d'aver dalla sua i Siracusani, mandò con forte esercito il console Marcello che, presa e messa a ferro e fuoco la città di Leontini, mosse con tutte le forze delle quali disponeva all'assalto di Siracusa. Mandate le legioni sotto gli ordini di Appio Claudio ad attaccare per via di terra dalla parte dell'Esapilo, si diresse egli contro l'Acradina con ben sessanta quinquiremi cariche d'ogni sorta di armi e di saettame e con macchine di varie foggie che gettassero sulle mura ordigni e scale per far la via ai soldati: ricordano gli storici in particolar modo l'accoppiamento di otto navi che saldate insieme mediante robuste traverse portavano delle scale protette da balaustre e da tetti, e, dalla forma di arpa con la quale erano disposte le navi, le traverse e le scale, dette *sambuche*, con l'aiuto delle quali si credeva il capitano d'aver presto ragione della piazza, facendo guadagnare dagli assalitori le mura che i frombolieri e saettatori imbarcati sulle altre navi avrebbero provveduto a tener sgombre di difensori.

Ma alla difesa della sua Siracusa aveva pensato Archimede, il quale, mantenutosi sempre estraneo alle lotte dei partiti che l'avevano tratta a quegli estremi, nel momento del supremo pericolo venne in soccorso dei suoi concittadini con tutte le industrie del suo genio inesauribile.

I particolari di questa memorabile difesa sono narrati da Polibio, da Plutarco e da Tito Livio: da essi apprendiamo che per poter offendere il nemico che investiva la città per via di terra, senza pericolo per parte dei difensori, Archimede aveva fatto praticare nelle mura frequenti feritoie, delle quali pare che nessuno prima di lui avesse pensato ad usare, e di là e di sopra le mura con baliste e catapulte mascherate faceva rovinare così gran numero di pietre di saette e con così forte e spaventoso rombo che chi non rimaneva ucciso e gravemente ferito abbandonava l'assalto in preda alla massima paura. Contro le navi lontane faceva pure lanciare massi e giavellotti ben pesanti, e quando giungevano ad accostarsi, stendevansi tutto ad un tratto contro di esse fuor dalle mura lunghe travi, le quali parte ne facevano andare a fondo per la violenza con cui le percuotevano dall'alto, e parte afferravano con rostri ed uncini di ferro dalla prora, levavano in aria e fracassavano contro gli scogli. Contro la sambuca poi, mentre era ancora distante dalle mura, lanciavansi così gran sassi e perfino, come vien riferito, macine da mulini che completamente la schiacciavano insieme coi soldati che dovevano da essa muovere alla scalata ed all'assalto.

Altre invenzioni di macchine belliche dovute ad Archimede, quale l'architronito, cioè una specie di cannone a vapore, ed un apparecchio specialmente adatto ai combattimenti navali descrive Leonardo da Vinci, ma ignoriamo affatto le fonti alle quali egli attinse, mentre nè egli stesso nè altri dissero che tali strumenti di guerra siano stati usati nella difesa di Siracusa.

E qui, aprendo una parentesi, siamo condotti a tener parola di quell'altro apparecchio scientifico che, secondo ci vien riferito da troppo tardi narratori, Archimede avrebbe volto a danno dei romani, vogliamo dire degli specchi con i quali avrebbe bruciate le navi di Marcello. Nessuno degli storici summenzionati, cioè nè Polibio, nè Plutarco, nè Tito Livio ne tengono parola; e di quelli che lo affermano, Galeno ne scrive come di cosa udita narrare, Zonara, vissuto tanto più tardi lo riferisce appoggiandosi ad un passo irreperibile di Dione, e l'ancor più tardo Tzetze, in un luogo che al Torelli non parve ben chiaro, precisa che lo scopo era stato da Archimede raggiunto mediante uno specchio esagonale; ma non è certamente sull'autorità tanto discussa di questo scrittore che potrebbe conchiudersi alcunchè di positivo a tale proposito.

Gli specchi ustorii di Archimede, e quelli altrettanto celebri di Proclo e di Antemio attirarono siffattamente l'attenzione degli studiosi al tempo del Rinascimento, da indurli ad applicarsi con grande fervore agli studii di catottrica e ad immergersi in tutto ciò che intorno a questo argomento avevano tramandato i greci e gli arabi. Sul finire del secolo decimosesto questi studii vanno assumendo un carattere più positivo, e nel decimosettimo se ne occuparono Galileo ed

i più cospicui fra i suoi discepoli e la stessa Accademia del Cimento, senza però pervenire a risultati i quali permettano di asserire con qualche verisimiglianza che Archimede abbia potuto costruirne di tale potenza da raggiungere quell'effetto che Cartesio negò in modo assoluto e che nemmeno la famosa esperienza del Buffon vale a rendere credibile. Verisimile è invece che, riferendosi da un lato avere Archimede scritto fra altro anche sugli specchi ustorii od almeno di catottrica, e dall'altro che, come narra Silio Italico, alcune navi dei romani assediando Siracusa erano state incendiate, siansi abbinati i due fatti, concorrendo a formare una tradizione la quale non ha storico fondamento.

Ma ritorniamo alla nostra narrazione.

Giudicando Marcello che apparecchi di così grande potenza come erano adoperati dai Siracusani non avrebbero potuto danneggiare le navi altro che ad una certa distanza, dispose per un attacco notturno nella speranza che, cacciandosi sotto, potessero gli assalitori, col favor della notte, aver ragione dei nemici senza venir da questi offesi ed impediti, ma il tentativo non ebbe miglior fortuna, chè dal genio di Archimede uscivano sempre nuovi ingegni che da vicino o da lontano proteggevano le mura ed i loro difensori recando al nemico il massimo danno; e tanto, scrive Plutarco, ne erano spaventati i Romani, che «alla vista d'una sottil corda o di una piccola trave che sporgesse dal muro, volgean le spalle e fuggivano gridando essere ivi una qualche macchina mossa a lor danno da Archimede»<sup>1</sup>. Sicchè, dopo tentativi ripetuti durante ben otto mesi, confessando la propria impotenza di fronte al grande Siracusano, ch'egli chiamava «geometra Briareo», si ritrasse Marcello contentandosi di stringere d'assedio la città alla lontana con la speranza di prenderla per fame. Sovvenuti però com'erano dai Cartaginesi, non difettavano i Siracusani di vettovaglie e la resistenza si prolungava ed ormai durava da oltre due anni, essendo andata a vuoto una congiura di alcuni fuorusciti che si trovavano al campo di Marcello per dargli nelle mani la città.

Nella occasione tuttavia di trattative per riscattare certo spartano che gli assediati avevano inviato in cerca di aiuti, e ch'era stato preso dai Romani, poterono questi, accostandosi maggiormente alla città, osservare certa torre in vicinanza al porto di Trogilo che si prestava ad una facile scalata, e, approfittando di una notte nella quale i Siracusani si erano abbandonati al vino ed al sonno dopo celebrate le feste di Diana, Marcello fece salire i suoi sulla torre e da quella parte penetrò nell'Epipoli, facendo in pari tempo dar di fiato alle trombe da ogni parte per lasciar credere che ormai fosse tutta la città nelle sue mani.

Còlta i Siracusani dallo spavento, si diedero alla fuga, lasciando indifesa anche la rocca dell'Acradina ch'era la meglio munita e che avrebbe potuto ancora lungamente resistere; e così sul far del giorno Marcello fu padrone di Siracusa, che «macchiando il suo onor militare, abbandonò al saccheggio ed alla carneficina». Questo avveniva nel terzo anno dell'assedio, correndo l'anno di Roma 545 ed il 212 avanti l'era cristiana.

Tra gli orrori della strage perì anche Archimede, ed il modo della morte viene diversamente narrato. Vuolsi da Plutarco che il console romano, ammirato della lunga ed ostinata difesa, opera più che d'altri del genio di Archimede, entrando trionfante in Siracusa, avesse ordinato ch'egli avesse salva la vita, ed anzi fosse a lui condotto, ma il legionario che l'invitava a seguirlo, non essendo stato da lui istantaneamente obbedito, perchè Archimede non voleva muoversi finchè non avesse compiuta certa dimostrazione alla quale, non curante dei Romani e dell'eccidio, stava attendendo, infuriato l'uccise. Narra Cicerone che allorquando Siracusa fu presa, fosse Archimede tanto intento a disegnare nella polvere, che neppur s'avvedesse che i nemici vi fosser dentro, onde, secondo Livio, da un soldato il quale non sapeva chi egli fosse, fu trapassato con la spada. E così Silio Italico:

«Meditantem in pulvere formas,  
«Nec turbatum animi, tanta feriente ruina,  
«Ignarus miles vulgi tum forte peremit».

---

<sup>1</sup> Nel testo mancano le virgolette chiuse, ma termina qui la citazione da Plutarco. [nota per l'edizione elettronica Manuzio]



A ciò Valerio Massimo aggiunge che, mentre Archimede delineava sul terreno una sua figura geometrica, venne dal soldato con la spada alla mano interrogato chi fosse, ma che egli all'incontro lo pregasse a trattenersi, e a non voler guastar quelle linee che stava tracciando, e perciò il soldato acceso d'ira, lo uccidesse; anzi Giorgio Valla, sulla relazione di qualche antico scrittore, riferisce che Archimede rispondeva al soldato che lo minacciava: «il capo e non il disegno». Altri finalmente, sempre secondo Plutarco, vogliono che, informato della presa della città, Archimede si fosse avviato per portare a Marcello alcuni suoi ordigni e strumenti matematici, fors'anco per fargliene dono e placarlo, quando, incontrato da alcuni soldati, questi, per impadronirsi degli oggetti che credevano d'oro, lo trucidarono.

Concordano tutti gli scrittori nell'affermare che della morte di Archimede provasse Marcello grandissimo dolore, che facesse anzi cercare i di lui parenti sopravvissuti alla strage e assai li onorasse, e finalmente ordinasse che, data onorevole sepoltura alla salma del suo grande avversario, fossegli eretto un monumento, sul quale conforme al desiderio che si diceva avesse espresso egli medesimo, venisse rappresentata con una figura accompagnata da una iscrizione la scoperta geometrica della quale egli maggiormente si gloriava, cioè, per ripetere le parole stesse di Plutarco: «un cilindro contenente una sfera, scrivendovi la proporzione che passa tra il solido contenente e quel contenuto».

A lui, caduto con la sua città, fu risparmiato il supremo dolore di vedere lo scempio fatto della cara patria dai barbari e crudeli vincitori: tutto fu o predato o dato alle fiamme, e per riferire la frase caratteristica d'uno storico, gli stessi Dei coi loro simulacri furono tratti in schiavitù, quella meravigliosa sfera portata a Roma come bottino di guerra; e se si deve prestar fede ad uno scrittore arabo, ben quattordici carichi di manoscritti di Archimede sarebbero stati distrutti.

Come la coltura etrusca era perita dopo la conquista romana, così nel duro servaggio si sparse in Sicilia ogni traccia dell'antica civiltà ellenica, e poco più d'un secolo dopo la morte di Archimede, i Siracusani, ahimè quanto degeneri da quei loro antenati che nella rotta degli Ateniesi volevano salva la vita ai fuggiaschi che sapessero recitare i versi di Euripide, ignoravano perfino dove ne fosse la tomba, e forse appena appena ricordavano il nome del sommo loro concittadino.

Cicerone racconta infatti nelle Tuscolane che al tempo in cui era questore in Sicilia, la curiosità lo spinse a cercare la tomba di Archimede, e la scovò sotto gli sterpi ed i pruni da cui era quasi interamente nascosta, e malgrado l'ignoranza dei Siracusani i quali sostenevano contro di lui che la ricerca sarebbe stata vana, non esistendo presso loro tal monumento. Egli ricordava tuttavia a memoria alcuni senarii che gli era stato detto doversi trovare incisi sulla tomba, e ne' quali era menzione di una figura sferica e d'un cilindro che vi erano rappresentati, e trovandosi un giorno fuor della porta di Siracusa verso Agrigento e volgendo con cura lo sguardo da ogni parte, vide tra un gran numero di tombe una colonna che sopravvanzava dai rovi che la circondavano e vi notò la figura appunto d'una sfera e d'un cilindro: rivoltosi allora ai maggiorenti della città che erano con lui, disse loro che credeva di vedere la tomba di Archimede, e fatto sgombrare il sito con le falci e aperto il passaggio, riconobbe subito la iscrizione, sebbene metà delle linee fosse stata dal tempo corrosa.

Ma nemmeno questa scoperta valse a raccomandare ai Siracusani la memoria della tomba di Archimede, il cui nome più sicuramente che da poche pietre è tramandato alla più tarda posterità dall'imperituro monumento ch'egli eresse a sè medesimo con le sue opere immortali.

## BIBLIOGRAFIA

Edizioni e traduzioni integrali o parziali delle Opere.

*Tetragonismus id est circuli quadratura per Campanum, Archimedem Syracusanum atque Boetium*, Venetiis, 1503.

*Opera Archimedis Syracusani per Nicolaum Tartaleam*, Venetiis, 1543.

*Archimedis Syracusani philosophi ac geometrae excellentissimi opera*, Basileae, MDXLIII (testo greco e traduzione latina).

*Ragionamenti de Nicolo Tartaglia sopra la sua travagliata inventione. Nelli quali se dichiara volgarmente quel libro di Archimede Siracusano intitolato: De insidentibus aquae*, ecc., Venetia, 1551.

*Archimedis opera nonnulla a Federico Commandino Urbinate nuper in latinum conversa et commentariis illustrata*, Venetiis, MDLVIII.

*De circuli dimensione*, Parisiis, 1561.

*Archimedis de iis quae vehuntur in aqua libri duo. A Federico Commandino Urbinate in pristinum nitorem restituti*, Bononiae, MDLV.

*Archimedis de insidentibus aquae*, Venetiis, MDLXV.

*Le premier livre d'Archimède des choses également pesantes, par Pierr Forcadel*, Paris, 1565,

*Le livre d'Archimède de poids, qui est dict des choses tombantes en l'humide, par Pierre Forcadel*, Paris, 1565.

*Guidiubaldi e Marchionibus Montis in duos Archimedis aequponderantium libros paraphrasis*, Pisauri, MDLXXXVIII.

*Archimedis opera quae extant, per Davidem Rivalentum a Flurantia*, ecc., Parisiis, CIC ICC. XV. (Ristampato nel 1618 e fors'anche nel 1646).

*Guglielmi Oughtred, Clavis mathematicae*, ecc., Oxoniae. (Se ne hanno edizioni del 1631 e poi del 1660, 1667).

*Lemmata Archimedis a Joanne Gravio traducta, revisa et repurgata a Samuele Foster*, Londini, 1659.

*Apollonii Pergaei Conicorum lib. V, VI, VII, nunc primum editi. Additus in calce Archimedis assumptorum liber latinus reddidit Io. Alphonsus Borellus*, Florentiae, MDCLXI.

*Des unvergleichlichen Archimedis Sand-Rechnung*, ecc., von Johann Christoph Sturm, Nürnberg, 1667,

*Des unvergleichlichen Archimedis Kunst-Bücher*, ecc., von Johann Christoph Sturm, Nürnberg, 1670.

*Admirandi Archimedis Syracusani monumenta mathematica ex traditione Fr. Maurolyci*, Messanae, 1672.

*Archimedis opera methodo novo illustrata per Isaacum Barrow*, Londini, 1675.

*Archimedis Syracusani Arenarius et dimensio circuli Eutocii Ascalonitae in hanc commentarius. Cum versione et notis Joh. Wallisii*, ecc., Oxonii, 1676.

*Elementa conica Apollonii Pergaei et Archimedis opera, nova et breviori methodo demonstrata a I. A. Borelio*, Romae, 1679.

*Sex Archimedis desiderati tractatus, ecc., ex traditione Francisci Maurolyci*, Panormi, MDCLXXXIV.

*Admirandi Archimedis, Syracusani Monumenta omnia mathematica quae extant, ecc., ex traditione D. Francisci Maurolyci*, ecc., Panormi, MDCLXXXV.

*Archimedis Syracusani Arenarius et dimensio circuli, ecc., (Johannis Wallis, Operum mathematicorum volumen tertium ecc., Oxoniae, MDCXCIX, p. 509-563).*

Ο ΨΑΜΜΙΤΗΣ καὶ θεωρημα ὃ κεχρηται ὁ Αρχιμήδης σεσωσμένον ὑπὸ τοῦ Πτολεμαῖου, [1700].

*De vorticibus coelestibus dialogus. Cui accedit quadratura circuli Archimedis et Hippocratis Chii analytice expressa. Authore Joanne Polenio*, Patavii, 1712.

*The arenarius of Archimedes translated from he Greeck, with notes by G. Anderson*, Londra, 1748.

*Archimedis theoremata de circuli dimensione, sphaera et cylindro, acuta faciliori methodo demonstrata, ecc., auctore Tito Caravello*, Neapoli, MDCCLI.

*Trattato d'Archimede delle cose che stanno sul liquido. (Raccolta d'autori che trattano del moto delle acque. Tomo Primo, Firenze, pp. 1-21. Nella Edizione seconda pp 1-18 del vol. I, ecc.).*

*Zur Geschichte der Literatur. Aus den Schätzen der herzoglichen Bibliothek zu Wolfenbüttel. Zweiter Beitrag von G. E. Lessing*, Braunschweig, 1773, p. 421 e seg.

*Archimedis quae supersunt omnia cum Eutocii Ascalonitae commentariis. Ex recensione Josephi Torelli*, Oxonii, MDCCXCII.

*Archimedis zwey Bücher über Kugel und Cylinder ebendasselben Kreismessung von Karl Friderich Hauber*, Tübingen, 1798.

*Archimedis circuli dimensio cum commentariis Eutocii Ascalonitae, latine ex interpretatione Torelli, emendata (Euclidis Datorum liber cum additamento, ecc., curavit et edidit Samuel, Episcopus Asaphensis)*, Oxonii, 1803 pp. 55-78.

*Oeuvres d'Archimède traduettes par F. Peyrard*, ecc., A Paris MDCCCVII. — Ristampate in due tomi nella seconda edizione di Parigi, 1844.

*Gli elementi della stereometria degli antichi, o sia i tre libri de' solidi di Euclide, e due di Archimede sulla sfera e sul cilindro dall'original greco linguaggio traslatato e commentato per uso delle scuole da Antonio Maria Olivo Lucano*, Napoli, 1819.

- Archimedis ueber die Menge des Sandes oder Berechnung der Grösse der Weit in «Sandkörnern». Aus dem Griechischen übersetzt von I. F. Krüger, Quedlinburg, 1820.*
- Il primo libro di Archimede Siracusano sulla sfera e sul cilindro, Napoli, 1821.*
- La misura del cerchio di Archimede Siracusano, Napoli 1821.*
- L. F. Junge, Archimedis Kreismessung mit Commentar, Halle, 1824.*
- Des Archimedes vorhandene Werke aus dern Griechischen übersetzt, ecc. von e E. Nizze, Stralsund, Löffler, 1824.*
- Die Kreismessung des Archimedes von Syracus, ecc., von J. Gutenäcker, Würzburg, 1828.*
- ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙ ΕΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ Η ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΟΧΟΥΜΕΝΩΝ. (Classicorum auctorum e Vaticanis Codicibus editorum. Tomus I, ecc., curante Angelo Maio, Romae, MDCCCXXVIII, pp. 427-430).*
- Archimedis dimensio circuli cum Eutocii commentariis, ediderunt Knoche et Märker, Erfurt, 1854.*
- G. E. Lessing's sämtliche Schriften herausgegeben von K. Lachmann, IX Band, Leipzig, 1855, pp. 295-302.*
- Sur le problème des boeufus attribué à Archimède. («Nouvelles Annales de Mathématiques», Tome XV, Bulletin, ecc., 1856, pp. 39-42).*
- Quæstiones Archimedeæ. Scripsit J. L. Heiberg. Inest De Arenæ numero libellus, Hauniae, MDCCCLXXXIX.*
- Traduction arabe du Traité des corps flottants d'Archimède, par M. H. Zotenberg, (Journal Asiatique, VII, Série, tome XIII, pp. 509-515), Paris, MDCCCLXXXIX.*
- Das problema bovinum des Archimedes bearbeitet von D.<sup>r</sup> B. Krumbiegel und D.<sup>r</sup> A. Amthor (Historisch-literarische Abtheilung der Zeitschrift für Mathematik und Physik, XXV, Jahrgang, pp. 129-131), Leipzig, 1880.*
- Archimedis opera omnia cum commentariis Eutocii. E codice Florentino recensuit, latine vertit, notisque illustravit J. L. Heiberg, vol. I-III, Lipsiae, MDCCCLXXX-MDCCCLXXXI.*
- Fünf Abhandlungen zur Geschichte der griechischen Philosophie und Astronomie, Leipzig, 1883.*
- Archimedis περί ὀχουμένων liber I, graece restituit Johann Ludwig Heiberg (Mélanges Graux. pp. 689-709), Paris, 1884.*
- Archimede, Trattato delle Spirali, per Vincenzo Sassoli, Bologna, 1886,*
- Neue Studien zu Archimedes, von D.<sup>r</sup> J. L. Heiberg, (Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik, V, Heft, pp. 11-46). Leipzig, 1890.*
- Le traité des corps flottants d'Archimède, traduction nouvelle par M. Adrien Legrand, (Journal de Physique théorique et appliquée. Deuxième Série, Tome Dixième, pp. 437-457), Paris, 1891.*
- Archimedes, Huygens, Lambert, Legendre, vier Abhandlungen über die Kreismessung, ecc., Leipzig, 1902.*
- The works of Archimedes edited in modern notation by T. L. Heath, Cambridge, 1897.*
- Archimede, Il «De arenæ numero.» Versione di A. Mancini. (Il Pitagora, V, 1, 2), 1899.*
- Der locus Archimedi, ecc., herausgegeben und übersetzt von Heinrich Suter (Abhandl. zur Geschichte der Mathematik, IX, Heft, Leipzig, 1899, pp. 491-499).*
- J. L. Heiberg, Eine neue Archimedeshandschrift. (Hermes, XLII Band, pp. 235-303). Berlin, 1907.*
- Eine neue Schrift des Archimedes. Von J. L. Heiberg und H. G. Zeuthen (Biblioteca Mathematica, III Folge, VII Band, pp. 322-342), Leipzig, 1906-1907.*
- Th. Reinach. Archimède, Des théoremes mécaniques ou de la méthode (éphodique). (Revue générale des Sciences pures et appliquées, 18.<sup>e</sup> Année N.<sup>os</sup> 22-23, Novembre et Décembre 1907), Paris.*
- A newly discovered treatise of Archimedes, ecc., by Lydia G. Robinson, (The Monist, vol. XIX, N.<sup>o</sup> 2, April 1909, pp. 203-214), Chicago.*
- Archimedes, Geometrical solutions derived from mechanics. Translated by J. L. Heiberg, London, 1910.*
- Archimedis opera omnia cum commentariis Eutocii, iterum edidit J. L. Heiberg, vol. I, MDCCCX. Lipsiae.*