

LA CORONA D'ORO: UNA DISCUSSIONE

Felice Costanti

Via Magenta 17, 04100 Latina (LT), Italy

e-mail: felice.costanti@poste.it

SOMMARIO

La fama di Archimede è universalmente legata più agli episodi leggendari e alle invenzioni straordinarie, attribuitegli nel corso dei secoli, che alla reale conoscenza del personaggio storico e delle sue opere. Sistemi di *leve* e *catapulte*, *coclea* e altri marchingegni meccanici o idraulici, *orologio ad acqua*, *planetario*, *specchi ustori*. Tra queste ed altre invenzioni, vere o presunte tali, c'è l'aneddoto della *corona di Gerone*. L'episodio della presunta frode circola generalmente in due differenti versioni, una ricordata dall'architetto romano *Vitruvio* e basata sui confronti volumetrici, l'altra anonima riportata da *Prisciano* e basata sostanzialmente sulla *bilancia idrostatica*. In questo *paper*, si mettono a confronto e si discutono le due ricostruzioni, ritenute entrambe plausibili.

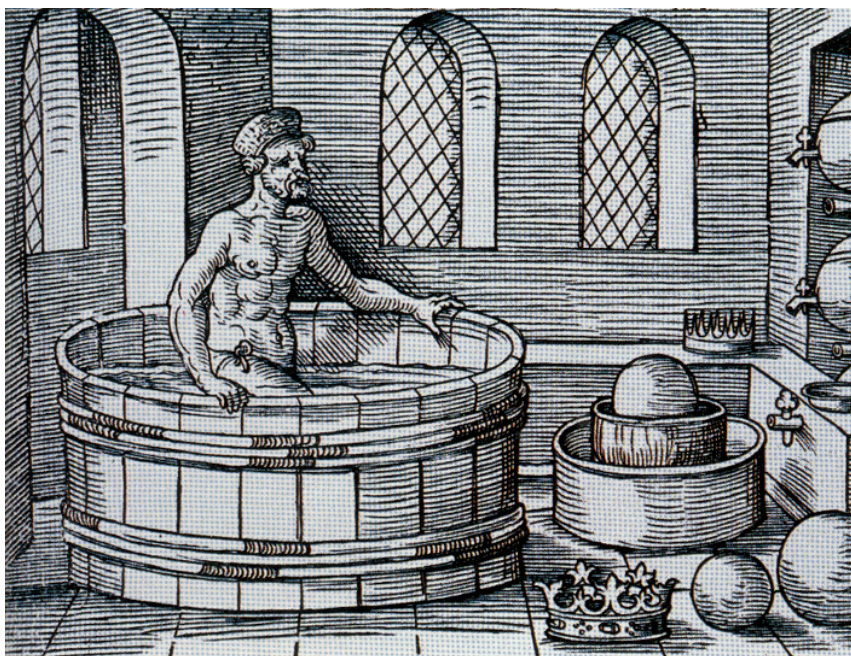


Fig. 1. Riproduzione di xilografia del tardo medioevo

INTRODUZIONE

Archimede è per antonomasia il più conosciuto e venerato scienziato dell'antichità e, allo stesso tempo, il più misconosciuto e frainteso. A tale esito paradossale hanno concorso molteplici fattori: il suo stile conciso e l'obiettiva originalità di alcuni suoi risultati (dimostrazioni appena accennate o addirittura omesse, riferimenti ad opere non identificate oppure scomparse), ⁽¹⁾ le travagliate ed in alcuni casi avventurose vicissitudini dei testi cui fu affidato il suo pensiero, la contraddittorietà e l'incertezza delle varie testimonianze che, attraverso i secoli e le culture, ci hanno spesso consegnato una versione trasfigurata e fantasmagorica del personaggio. Insomma, Archimede è diventato più un'icona della mitologia scientifica e della storia romanzata, che un autore di cui si conoscano le opere od uno scienziato di cui si capiscano i risultati. Nel suo caso, non si tratta soltanto dell'usuale esiguità dei dati biografici e frammentarietà delle fonti originali, che ha colpito quasi tutti gli scienziati dell'antichità classica e, in particolar modo, quelli del periodo «ellenistico». Si tratta della rimozione moderna per le conquiste scientifiche degli antichi, come se la storia fosse soltanto progressiva e la scienza un'esclusiva dei moderni. ⁽²⁾ Dai suoi tempi, quando, unitamente alla raffinata cultura alessandrina di cui era fulgido campione, Archimede fu spazzato via dalla prepotenza militare dei romani, che non potendo capirlo, non vollero o non poterono tradurlo e si limitarono a narrarne le magnificenti gesta, per inciso e non in parallelo alla *Vita di Marcello*, ⁽³⁾ cominciando così per primi a travisarlo e tradirlo. Fino ai giorni nostri in cui l'ignavia dell'editoria italiana, unitamente alla negligenza del pubblico, rischia di smarrirne nuovamente l'eredità. Infatti, a fronte delle numerose edizioni estere delle opere complete di Archimede, l'unica e tardiva edizione in lingua italiana, seppure con i limiti evidenziati da vari autori, rimane quella curata da Frajese ⁽⁴⁾ che, con le poche copie superstiti nelle biblioteche, mantiene in vita nel nostro paese un eco del pensiero del più grande genio dell'antichità. Questo però è anche un caso particolare di un fenomeno più generale e ricorrente: l'arroganza del potere, sempre volto ciecamente in difesa dello *status quo* e della «ragione di Stato», che perde così inevitabilmente di vista le sue menti migliori. Nell'antichità, uccidendo il genio impegnato a difendere la sua città, ieri costringendo le menti migliori ad espatriare, per sfuggire ai «campi di concentramento» e lo sterminio, ancora oggi costringendo alla «fuga dei cervelli», fuori dal proprio paese, coloro che provano a costruirsi un futuro migliore.

ARCHIMEDE, CHI?

Tra gli studiosi è universalmente accertata la sua importanza, per qualcuno addirittura "*Archimede è lo scienziato più importante che sia mai vissuto. [...] La caratteristica generale più certa della tradizione*

scientifica europea è che essa consiste in una serie di note aggiuntive ad Archimede. ⁽⁵⁾ Anche tra la gente comune è generalmente famoso sebbene in maniera più controversa e paradossale. Certo è salito prepotentemente alla ribalta dell'immaginario collettivo, incarnando bene la figura del genio bizzarro, nei panni del *Archimede Pitagorico* della Disney ⁽¹⁾ ma “*cosa sa di lui l'uomo colto moderno? [...] Ricorda che faceva cose strane: correva nudo per strada gridando Eureka! immergeva corone nell'acqua, disegnava figure geometriche mentre stavano per ucciderlo e così via. L'aneddotica infantile [...] accomuna Archimede più ai personaggi del mito o della leggenda che ad altri pensatori. Il risultato è di ricordarlo sì ma come un personaggio leggendario al di fuori della storia.*” ⁽²⁾ Quanto al personaggio storico, è certa la data di morte nel 212 a.C. poiché morì nella caduta di Siracusa a seguito dell'assedio romano, evento epocale riportato negli *Annales*. E' incerta invece quella di nascita, benché sia supposta usualmente nel 287 a.C. sulla base del seguente commento (riferito dal filologo bizantino Ioannes Tzetzes circa 15 secoli! dopo): morì “*anziano, all'età di 75 anni*”. ⁽⁵⁾ In ogni caso, è probabile che avesse un'età notevole per i suoi tempi, come riporta la nostra fonte più attendibile sulle guerre puniche, ⁽⁶⁾ di cui fu parte l'assedio di Siracusa. Quanto al pensatore ed alle sue opere, sopravvissute fortunatamente e in maniera spesso rocambolesca, ⁽⁵⁾ sono ora disponibili molti scritti ma manca un'edizione critica aggiornata in lingua italiana: *nemo profeta in patria*, è proprio il caso di dire. Secondo Plutarco, Archimede disdegnava le attività tecniche e “*viveva continuamente incantato dalla geometria, [...] una sirena a lui familiare e domestica, al punto di scordarsi persino di mangiare e curare il proprio corpo.*” ⁽³⁾ E' assai dubbia la veridicità di questo giudizio, fondato soltanto sulla “*opinione di uno scrittore che, più di tre secoli dopo la morte dello scienziato, gli attribuisce gratuitamente le proprie tendenze platoniche.*” ⁽²⁾ Qualunque fosse l'importanza che Archimede stesso attribuiva ai diversi aspetti del suo multiforme ingegno oppure se facesse preferenze tra «opere geometriche» e «opere meccaniche», oggi egli è considerato soprattutto come grande matematico, precursore del calcolo infinitesimale e combinatorio mentre, ai suoi tempi, era considerato soprattutto come ingegnere e tecnologo, inventore di macchine meravigliose o terribili, il cui ricordo fece cadere rapidamente nell'oblio il suo *corpus* matematico, che pochi erano in grado di capire.

CORONA O SERTO

Quindi, a partire dalla sua morte, la sua fama si diffuse universalmente, collegata ad invenzioni ed episodi mirabolanti più che alle sue opere. In occasione del varo della famosa nave *Syracusia* (più tardi *Alexandris*), la più grande imbarcazione dell'antichità, si narra che Archimede abbia varato da solo la pesantissima nave, facendola scivolare dolcemente verso

il mare, grazie ad un *polyspaston*,⁽³⁾ cioè un paranco a due blocchi con un gran numero di carrucole mobili. L'episodio è associato alla famosa frase «datemi un punto d'appoggio e solleverò il mondo». ⁽⁷⁾ Secondo un'altra testimonianza, durante il suo soggiorno in Egitto, avrebbe inventato la *coctea*, una pompa a spirale detta appunto «vite di Archimede», capace di sollevare in alto l'acqua, in maniera efficace e con poca fatica. ⁽⁸⁾ Un'altra realizzazione tecnica molto ammirata fu il *planetario*, che il console Gaio Sulpicio Gallo descrisse in una sua opera, dopo averlo ricevuto dal suo collega Marco Claudio Marcello, nipote del saccheggiatore di Siracusa. ⁽⁹⁾ In un manoscritto arabo è contenuta la descrizione di un *orologio ad acqua* particolarmente ingegnoso di sua invenzione. ⁽¹⁰⁾ Nel suo trattato *Arenario*, è lo stesso Archimede a descrivere la *diottra*, uno strumento usato per misurare la grandezza apparente del sole. Anche «*la storia dell'astronomia è debitrice dell'Arenario: in quest'opera si trova infatti la più antica testimonianza del «sistema eliocentrico» di Aristarco di Samo.*» ⁽⁴⁾ Stupefacenti e terrifiche furono infine le macchine belliche (*manus ferrea* e *specchi ustori*), progettate ed impiegate da Archimede per difendere Siracusa dall'assedio dei romani, affondando e bruciando le navi romane. L'episodio non è ricordato da Polibio né da Livio né da Plutarco ma è riferito soltanto da varie fonti più tarde, Galeno, Cassio Dione Cocceiano e vari altri autori, tra i quali il già ricordato erudito bizantino. Gli specchi ustori vi sono descritti come composti da una serie di specchi piani opportunamente orientati e in grado di concentrare i raggi del Sole in un unico punto: il legno delle navi romane da bruciare al largo di Siracusa. La struttura sarebbe stata costituita da almeno 24 grandi specchi piani, disposti in una figura esagonale su un graticcio, rotante sopra un palo fissato al terreno: lo specchio centrale serviva a dirigere il raggio solare riflesso sull'obiettivo, mentre gli specchi laterali venivano fatti convergere con un sistema di cinghie. Storia o leggenda? L'episodio è stato sempre considerato estremamente improbabile se non addirittura impossibile ma un esperimento, condotto presso il MIT, ne ha mostrato per la prima volta almeno la fattibilità. ⁽¹¹⁾ Comunque, l'episodio che più ha eccitato la fantasia popolare riguarda la vicenda della corona d'oro di Gerone II. «*Più propriamente si trattava di un serto (στέφανος) d'oro e non di una corona, come si dice di solito. [...] la differenza non è secondaria, in quanto il serto, essendo un oggetto sacro, non poteva essere sottoposto ad alcuna alterazione.*» ⁽⁸⁾

ALLA MANIERA DI VITRUVIO

Plutarco accenna appena al fatto mentre Vitruvio lo racconta estesamente, *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 sé un abile*

artefice gli consegnò un certo peso di oro perché 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. Senonché 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 sé 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, finché 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 **εὕρηκα, εὕρηκα!**" dice Vitruvio. Secondo il quale, 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, riempì 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 sottile 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." ⁽¹²⁾ Secondo un eminente studioso statunitense, "Il metodo di Vitruvio mette a confronto il volume (V_c) di una corona di un certo peso (P_c) con il volume (V_o) di un pari peso (P_c) d'oro e con il volume (V_a) dello stesso peso (P_c) d'argento. Allora la relazione tra gli sconosciuti pesi componenti d'oro (P_o) ed argento (P_a) risulta immediatamente determinata (essendo nota la loro somma P_c) dalla seguente proporzionalità:" ⁽¹³⁾

$$(0) \quad \frac{P_o}{P_a} = \frac{V_a - V_c}{V_c - V_o}$$

Tale «metodo volumetrico» è descritto, sebbene in modo piuttosto vago, nell'anonimo *Carmen de ponderibus et mensuris*, dove compare pure il «metodo idrostatico», di cui parleremo più diffusamente nella sezione successiva. Ivi compare “*la definizione del peso specifico (forse la prima, in ogni caso la più chiara, tra le descrizioni della densità contenute nelle opere latine più antiche)*.”⁽¹³⁾ Tale metodo è poi sviluppato ulteriormente nel *De insidentibus in humidum* dello Pseudo-Archimede e nel *Quadripartitum numerorum* di Jean de Murs. Commentando questa opera, in cui l'astronomo parigino applicava il metodo volumetrico al problema della corona, un eminente studioso della scienza meccanica medievale metteva però in guardia su tale metodo, secondo lui fondato sull'assunzione “*che il volume del misto sia uguale alla somma dei volumi dei componenti [mentre] nei miscugli (comprese le leghe) si hanno frequenti variazioni volumetriche; perciò l'assunto di cui sopra è spesso un'approssimazione non troppo accurata.*”⁽¹³⁾ Comunque, la versione di Vitruvio apparve presto assai sospetta e, per dirla con Galileo, “*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.*”⁽¹⁴⁾ Così a partire dalla tarda antichità e poi nel corso del medioevo, si concluse che la ricostruzione alla «maniera di Vitruvio» non fosse per nulla fondata «*Sui galleggianti*» e cominciarono a circolare ricostruzioni alternative maggiormente basate sui principi idrostatici. Prima di esaminare queste idee alternative, sarebbe opportuno verificare se la relazione (0) sia davvero così avulsa dalla «spinta di Archimede». Essendo una relazione «esatta» sarà comunque interessante discutere in qual modo possa ricavarsi tale relazione. Premesso che, secondo Frajese, “*non c'è in Archimede un termine corrispondente letteralmente a quelli nostri «peso specifico» o «densità» ma [che] il concetto è senza dubbio presente [...] in modo pressoché equivalente al nostro.*”⁽⁴⁾ Pertanto, se la corona avesse contenuto argento miscelato all'oro, confrontandola in acqua con un pari peso (P_c) di oro, a causa della differenza tra il peso specifico dell'oro (γ_o) e quello dell'argento (γ_a), si sarebbe riscontrata una differenza tra il volume della corona (V_c) ed il volume dell'oro (V_o). Ove la

si confrontasse con il volume di un pari peso (P_c) d'oro, il volume della corona sarebbe dato da

$$(1) \quad V_c = \frac{P_a}{\gamma_a} + \frac{P_c - P_a}{\gamma_o} = \frac{\gamma_o \cdot P_a + \gamma_a \cdot (P_c - P_a)}{\gamma_a \cdot \gamma_o}$$

dove compare la quantità sconosciuta dell'argento (P_a), mentre la differenza tra il volume della corona e quello del pari peso (P_c) d'oro sarebbe

$$(2) \quad V_c - V_o = \frac{\gamma_o \cdot P_c + (\gamma_a - \gamma_o) \cdot P_a}{\gamma_o \cdot \gamma_a} - \frac{P_c}{\gamma_o} = \frac{(\gamma_o - \gamma_a) \cdot P_c + (\gamma_a - \gamma_o) \cdot P_a}{\gamma_a \cdot \gamma_o}$$

Qualora invece la corona fosse confrontata in acqua con un pari peso (P_c) di argento, l'espressione del suo volume sarebbe data da

$$(3) \quad V_c = \frac{P_o}{\gamma_o} + \frac{P_c - P_o}{\gamma_a} = \frac{\gamma_a \cdot P_o + \gamma_o \cdot (P_c - P_o)}{\gamma_o \cdot \gamma_a}$$

e si sarebbe riscontrata una differenza tra il volume della corona e quello del pari peso (P_c) d'argento pari a

$$(4) \quad V_a - V_c = \frac{P_c}{\gamma_a} - \frac{\gamma_a \cdot P_c + (\gamma_o - \gamma_a) \cdot P_o}{\gamma_o \cdot \gamma_a} = \frac{(\gamma_o - \gamma_a) \cdot P_c + (\gamma_a - \gamma_o) \cdot P_o}{\gamma_o \cdot \gamma_a}$$

in cui compare invece la quantità sconosciuta dell'oro (P_o). Dividendo l'espressione (4) per la (2) e semplificando alcuni termini, si ritrova infine l'espressione (0) di partenza.

$$(0) \quad \frac{P_o}{P_a} = \frac{V_a - V_c}{V_c - V_o}$$

Nel procedimento sopra descritto, è degno di nota che risistemando i termini della relazione precedente si ottenga sempre

$$(5) \quad \frac{V_a - V_c}{P_o} = \frac{V_c - V_o}{P_a} \approx \frac{1}{23,3}$$

un valore costante esattamente pari alla differenza di perdita di peso in acqua tra le unità di peso dell'oro e dell'argento, cioè

$$(6) \quad \frac{1}{23,3} \approx \frac{1}{\gamma_a} - \frac{1}{\gamma_o}$$

E tale differenza nella perdita di peso, tra l'argento e l'oro, è dovuta proprio alla diversa «spinta idrostatica» che essi ricevono nell'acqua, in conseguenza del loro diverso peso specifico. E' possibile perciò dedurre che, almeno in linea di principio, la ricostruzione «alla maniera di Vitruvio» non fosse estranea allo spirito di Archimede. E' necessario però avvertire che tutta la ricostruzione precedente è di tipo congetturale, essendo stata condotta con logica e notazioni moderne. Per uno scienziato greco, infatti, il rapporto tra quantità diverse come il peso ed il volume non avrebbe avuto alcun senso. Inoltre, una dimostrazione di Archimede sarebbe stata basata sulla «teoria delle proporzioni» tra quantità della stessa specie e sviluppata tramite il «metodo di esaustione». Facendo comunque l'ipotesi (tratta da un esercizio contenuto in un moderno manuale di fisica) che la corona pesasse 5 kg e fosse costituita d'oro (70%) e d'argento (30%), le differenze di volume sarebbero state dell'ordine dei decimi di litro, quindi perfettamente rilevabili da Archimede, che tra le tante invenzioni, fu anche abile perfezionatore di un orologio ad acqua. Certo, se si considera pure che la corona di un "testone" debba essere presumibilmente ben più estesa dei blocchetti d'oro e d'argento di pari peso, l'esperimento si sarebbe potuto effettuare soltanto in un vaso dal diametro di almeno 20 cm. In tal caso, i dislivelli sarebbero stati sì esigui (2-5 mm) ma non irrilevanti. E' suggestivo pensare che *“il grande scopritore di volumi e di aree, determinati con esattezza matematica, è qui costretto, di fronte a questo problema, a ricorrere alla misurazione pratica (necessariamente imprecisa) [...] della quantità di acqua spostata.”*⁽⁴⁾

ALLA MANIERA DI PRISCIANO

Riprendiamo le parole di un autorevole studioso italiano per introdurre l'altro modo di risolvere il problema della corona, qui impropriamente detto «alla maniera di Prisciano». *“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.” ⁽¹⁵⁾ Il procedimento sopra descritto era riportato nell'anonimo *Carmen de ponderibus* risalente al V secolo d.C., che appare in vari codici del grammatico latino Prisciano. ⁽¹³⁾ In una sezione del poemetto, sono illustrati due metodi per risolvere il problema della corona, il primo dei quali si basa sostanzialmente sul principio di Archimede. La tecnica è espressa simbolicamente dalla seguente formula:

$$(7) \quad \frac{P_o}{P_a} = \frac{\sigma_a - \sigma_c}{\sigma_c - \sigma_o}$$

in cui si rilevano le perdite di peso in acqua rispettivamente della corona (σ_c), del pari peso d'oro (σ_o) e del pari peso d'argento (σ_a), a causa della spinta differente che oggetti diversi ricevono in acqua. La prima esposizione «moderna» di tale metodo, interamente basata sulle leggi della leva e del galleggiamento, è riportata nel libro *Magia naturalis* pubblicato a Londra dallo studioso italiano Giambattista Della Porta. All'incirca negli stessi anni, anche Galileo criticò fortemente la ricostruzione di Vitruvio e, nella sua opera giovanile «La bilancetta», espone “*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.*” ⁽¹⁴⁾ Anche l'autore del bel libro per ragazzi dedicato al genio siracusano, ⁽⁹⁾ opta per la stessa versione, spiegando poi così i motivi che lo hanno indotto alla sua scelta: “(1) *La misura volumetrica non mi sembra possa effettuarsi con precisione. [...] Se la corona ha una struttura complessa (cioè un alto rapporto superficie/volume, come sembra molto probabile) va immersa in un vaso di volume molto maggiore del suo, e quindi con una larga superficie, che rende molto piccoli i dislivelli da confrontare e aumenta molto l'errore. [...]* (2) *In ogni caso per confrontare le acque traboccate conviene pesarle. Perché non effettuare allora direttamente solo misure di peso? [...] (l'errore di misura, a differenza delle misure volumetriche, non dipende dalle dimensioni del vaso in cui i corpi sono immersi; questo mi sembra il punto essenziale!). [...]* (3) *Vitruvio introduce l'episodio a proposito dell'idrostatica di Archimede. Le misure*

di volume non hanno quindi alcuna relazione con il tema, mentre le misure effettuate con la «bilancia idrostatica» ne sarebbero una perfetta introduzione. Ciò fa pensare che la fonte di Vitruvio esponesse una misura basata sulla spinta idrostatica e Vitruvio abbia pensato di «semplificare» l'argomento (ignorando la precisione della misura).» ⁽¹⁶⁾ Volendo comunque sottoporre ad accertamento la stessa corona dell'esempio precedente (5 kg), secondo il metodo qui esposto, avremmo avuto modo di rilevare una differenza in peso di circa 65 g. Un indizio decisamente più rilevante e molto più facile da cogliere.

CONCLUSIONE

Insomma, «picnometro», «bilancia idrostatica»? Attualmente l'episodio continua a circolare in entrambe le versioni e con una certa confusione, come se fossero tra loro antitetiche. E' invece dimostrato che entrambe le ricostruzioni si fondano sugli stessi principi: l'una misurando differenze di volume, l'altra differenze di peso. Infine, si consideri che tra le corone realmente rinvenute, simili a quella di Gerone e risalenti allo stesso periodo, nessuna pesa più di 1 kg. La corona d'oro di Verginia in Macedonia (IV sec. a.C.), ad esempio, pesa circa 700 g. Se si confrontasse una corona di un chilogrammo con un campione d'oro di pari peso, il «metodo volumetrico» rivelerebbe una differenza di mezzo millimetro, mentre il «metodo idrostatico» rivelerebbe una differenza di tredici grammi. Il confronto permette di concludere che il «metodo idrostatico» è più accurato e facile da eseguire. Sembra perciò il più plausibile ma senza poter stabilire con certezza quale sia stato il procedimento realmente usato da Archimede, ammesso che l'episodio della corona di Gerone sia degno di fede. A chi scrive piace pensare che tale aneddoto sia realmente accaduto e che, come altre volte (ad esempio la *Quadratura della parabola*, ottenuta sia con procedimento geometrico che meccanico), Archimede sia giunto al risultato per duplice via: l'una percorsa con «metodo volumetrico», l'altra con «metodo idrostatico». Non ci sono prove di ciò ma è bello pensare che uno studioso attento possa scorgere un giorno, sotto qualche miniatura, le tracce di un altro testo che, nel greco dorico di Archimede, ci sveli qualche altro aspetto del suo ingegno meraviglioso.

RINGRAZIAMENTI

E' doveroso ringraziare innanzitutto gli autori citati nella presente discussione: senza i loro insegnamenti, cui si è fatto continuo e testuale riferimento, queste pagine non sarebbero state scritte. A loro, come a chiunque altro avessi inavvertitamente omesso, sono enormemente grato. Un ringraziamento particolare a Lucio Russo, per avermi reso partecipe del suo punto di vista ed a Marco Ceccarelli per avermi incoraggiato a

pubblicare queste note. E' ovvio che gli eventuali ma inevitabili errori sono dovuti esclusivamente alla mia imperizia. Infine, desidero ringraziare la mia compagna, la madre dei nostri ragazzi, per aver pazientemente sopportato le mie lunghe immersioni nei libri.

RIFERIMENTI

- (1) NAPOLITANI P.D., *Archimede*, collana "I grandi della scienza", Le Scienze, 2001
- (2) RUSSO L., *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli, Milano, 2001
- (3) PLUTARCO, *Vite parallele*, Le Monnier, Firenze, 1910
- (4) ARCHIMEDE, *Opere* (a cura di Attilio Frajese), UTET, Torino, 1974
- (5) NETZ R. e NOEL W., *Il codice perduto di Archimede*, Rizzoli, Milano, 2007
- (6) POLIBIO, *Storie*, BUR Rizzoli, Milano, 1993
- (7) PAPPO, *Collectio*, VIII, 1060, 10
- (8) DIJKSTERHUIS E.J., *Archimede*, Ponte alle Grazie, Firenze, 1989
- (9) RUSSO L., *Archimede*, Collana "Gli iniziatori", Canguro, Alessandria, 2009
- (10) HILL D.R., *On the construction of water-clocks*, Turner & Devereux, London, 1976
- (11) http://web.mit.edu/2.009/www/experiments/deathray/10_ArchimedesResult.html
- (12) VITRUVIO, *De architectura*, Liber IX, praefatio
- (13) CLAGETT M., *La scienza della meccanica nel medioevo*, Feltrinelli, Milano, 1972
- (14) GALILEI G., *Opere*, UTET, Torino, 1980
- (15) FAVARO A., *Archimede*, Collana Profili, Formiggini, Roma, 1923
- (16) RUSSO L., *Corona di Gerone*, Comunicazione personale, Roma, 2009