FISICAST

per

SxT

Intervista impossibile ad Archimede

di

Franco Bagnoli

www.radioscienza.it/fisicast/

Intervista impossibile ad Archimede

Franco Bagnoli

Abstract:

Tutti abbiamo sentito parlare di Archimede di Siracusa, il celebre scienziato dell'antichità di cui si tramanda che incendiò le navi romane con i suoi "specchi ustori" e che uscì nudo dalla vasca da bagno gridando "eureka!" per la strada. Ma fu proprio così? Lo abbiamo chiesto direttamente a lui…

INIZIO

Introduzione: Tutti abbiamo sentito parlare di Archimede di Siracusa, il celebre scienziato dell'antichità di cui si tramanda che incendiò le navi romane con i suoi "specchi ustori" e che uscì nudo dalla vasca da bagno gridando "eureka!" per la strada. Ma fu proprio così? Ce lo racconta Franco Bagnoli, ricercatore in fisica della materia presso il dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze, che in questa intervista di Giovanna Pacini veste i panni di Archimede, mostrandoci il suo genio fisico, ingegneristico e matematico.

Q: Per le interviste impossibili abbiamo oggi Archimede di Siracusa. Buongiorno Archimede

A: Buongiorno a lei e a tutti gli ascoltatori

Q: Credo che tutti abbiano sentito parlare di lei, ma forse non ricordano esattamente in quale periodo abbia vissuto. Può ricordarcelo?

A: Sono nato a Siracusa, la più grande città della Grecia, nel 287 avanti cristo.

Q: Ma Siracusa non è in Sicilia?

A: Appunto, la Magna Grecia, chiamata così proprio perché le sue città erano più sontuose di quelle della Grecia classica. Morii poi nel 212 per mano di un soldato romano, quando Siracusa fu espugnata, dopo tre anni di assedio, dal generale Marcello, che mi onorò di una sontuosa tomba, sormontata da una sfera e da un cilindro. La mia tomba fu ritrovata da Cicerone nel 75a.c., ma poi perduta. Quella che oggi viene spacciata per la mia tomba non è altro che un colombario romano.

Q: Ci racconta quali sono stati i suoi contributi alla scienza che più ama ricordare?

A: Io sono considerato uno dei più grandi matematici dell'antichità, ma in realtà, se dovessi catalogarmi secondo i vostri criteri, sono stato più fisico che matematico. Anzi si potrebbe dire che sono stato il primo ad applicare la matematica alla fisica, e viceversa.

Q: Ci può descrivere qualcuna delle sue scoperte nel campo della fisica?

A: Tra le scoperte che ricordo con più piacere c'è la pompa che porta il mio nome, in cui il liquido viene fatto salire usando una vite.

Q: Ma una vite non si avvita nell'acqua! Come funziona?

A: Potete facilmente costruire una delle mie pompe usando un tubo di plastica e un cilindro. Avvolgete a spirale il tubo intorno al cilindro, e fermatelo con degli elastici o della colla a caldo o come preferite. Tenete il cilindro inclinato di circa 30 gradi sull'orizzontale, e fatelo "pescare" in una bacinella d'acqua, tenendo la parte terminale del cilindro mezzo dentro e mezzo fuori dal liquido. Adesso "avvitate" nel senso in cui avete avvolto il tubicino. L'acqua entra nella bocca del tubo, che però poi ruotando esce dall'acqua, e quindi il liquido resta intrappolato. Via via che il tubo ruota, l'acqua resta sempre nel punto più basso di ogni spira del tubo. Quando il cilindro gira, il punto più basso di ogni spira sale, per cui anche il liquido viene spinto in su, fino a uscire dall'imboccatura superiore del tubo. Si può dire che il liquido sale cadendo continuamente.

Q: Geniale!

A: Si, ma io ovviamente non avevo a disposizione dei tubi.

Q: E allora come ha fatto?

A: Avete presente quando fate un foro nel muro, o nel pavimento, con un trapano? La punta scava un buco cilindrico, e la polvere viene estratta facendola risale in tale cilindro perché la punta continua in una vite. L'estrazione della polvere dalla punta del trapano funziona anche in verticale, sia perché la polvere è un sistema granulare, e quindi non "fluisce" come l'acqua, e perché il cilindro scavato dalla punta è chiuso in fondo, e il muro "sbriciolato" in polvere praticamente aumenta di volume, dato che contiene dell'aria negli interstizi tra i granelli. La mia pompa, se usata per l'acqua, deve stare inclinata.

Q: Ma è difficile costruire una vite che ruota a tenuta in un cilindro!

A: Non serve che la vite sia a tenuta perfetta, perché l'acqua che sfugge da una spira va a cadere in quella sottostante. Però la vite può essere solidale al cilindro, e in questo caso bisogna far ruotare tutto l'apparato, così è più facile da costruire. In questa vite solidale al cilindro, ognuna delle scanalature si comporta come il tubo del primo esempio.

Q: È vero!

A: Io ho inventato questa pompa per svuotare le stive delle navi, ed è stata usata per secoli anche per pompare l'acqua nelle saline. Queste pompe sono molto robuste, dato che non hanno valvole o pezzi che si possono incastrare, e possono essere costruite con qualsiasi materiale, anche in legno. Normalmente sono lunghe solo pochi metri, ma si possono mettere in serie, usando dei bacini intermedi. Queste pompe sono per esempio state usate per centinaia di anni in Olanda, per pompare l'acqua dai polder, i campi “più bassi del mare”, azionate ovviamente dai mulini a vento. In realtà non serve tutto il cilindro, solo la parte inferiore, e possono anche funzionare all’incontrario come motorQ: si può usare un piccolo salto di acqua per mettere in movimento un mulino, in maniera più efficiente che usando la classica ruota a pale, perché l’acqua sta sempre quasi ferma, e non dissipa energia nei moti turbolenti.

Q: Un’invenzione veramente geniale. E poi?

A: E poi ovviamente i miei lavori sull’idrostatica, da cui il principio che prende il mio nome,

Q: Ci racconti come arrivò alla scoperta.

A: Gerone secondo, tiranno di Siracusa, aveva commissionato una corona a un orafo, dandogli una certa quantità d’oro. Quando ricevette la corona, il peso era quello dell’oro consegnato, ma fu preso dal sospetto che l’orafo avesse usato, per l’interno della corona, un metallo meno costoso. Ovviamente non si poteva tagliare la corona, in quando era stata fatta per ornare la statua di un dio e quindi era sacra. Gerone quindi si rivolse a me. Ora, il peso della corona era conosciuto, ma per poter valutare la sua densità bisognava conoscerne il volume.

Q: Perché?

A.: Beh, se la corona è tutta d'oro deve avere lo stesso volume di un pezzo d'oro dello stesso peso, no?

Q: Giusto. Ma come si fa a misurare il volume di un oggetto complesso come una corona?

A: Mentre stavo facendo il bagno mi accorsi che quando entravo nella vasca, che usavo riempire fino all’orlo, ne usciva dell’acqua, esattamente pari al volume del mio corpo. Quindi uscii nudo per la strada gridando Eureka! Eureka! ovvero L’ho trovato! Almeno questo è quanto racconta Vitruvio.

Q: E non è andata così?

A: Beh, io ero una persona seria, e andare in giro nudi gridando “L’ho trovato” avrebbe potuto dare adito a qualche mal comprensione... E poi se fosse andata così il principio di Archimede non avrebbe avuto nessun ruolo. Avrei semplicemente misurato peso e volume di un oggetto.

Q: E invece?

A: Invece io andai oltre e scoprii che un corpo immerso in un fluido riceve una spinta verso l'alto uguale al peso del volume di fluido spostato, quella che voi conoscete come spinta di Archimede.

Q: Sì certo, lo insegnano a scuola. Ma quindi l'acqua ha una forza interna che spinge le cose? E perché poi le spinge proprio verso l'alto?

A: Beh no, l'acqua di per sé non fa niente, è la gravità che spinge l'acqua verso il basso facendola pesare sugli oggetti immersi. Il peso dell'acqua sovrastante esercita una pressione che preme su tutta la superficie del corpo immerso, da tutte le direzioni. Però sulla superficie superiore del corpo preme meno acqua che su quella inferiore, cosicché la spinta risultante è diretta verso l'alto!

Q: E questo come l'aiutò con la faccenda della corona?

A: Misi su una bilancia la corona e un pezzo d'oro dello stesso peso e immersi il tutto in acqua: se la corona fosse stata tutta d'oro la bilancia sarebbe rimasta in equilibrio, perché la corona e il pezzo d'oro avrebbero avuto lo stesso volume e avrebbero ricevuto la stessa spinta, ma non fu così e la bilancia si inclinò verso il peso.

Q: E come andò a finire?

A: L'orafo perse la testa. In senso fisico, non metaforico.

Q: Oh, poveretto!

A: Beh, era un ladro e ai nostri tempi non si andava per il sottile. Ma vediamo se ha capito bene il mio principio. Pesa più un chilo di piombo o uno di paglia?

Q: Vuole prendermi in giro? Un chilo è un chilo, lo sanno anche i bambini che una bilancia resterebbe in equilibrio se metto il chilo di piombo da una parte e quello di paglia dall'altra.

A: Anch'io la pensavo in questa maniera, poi l'altro giorno discutendo nel limbo con dei fisici moderni, mi hanno detto che la faccenda è più complessa. Che cos'è il chilogrammo?

Q: L'unità di misura della massa!

A: E la massa?

Q: Il peso... No! Ora mi ricordo, è la misura di quanto è difficile accelerare un oggetto. Ma è anche proporzionale al peso di tale oggetto!

A: Nel vuoto, solo nel vuoto! Se fa la misura stando immersa in un fluido, deve correggere la misura per la spinta di Archimede!

Q: Non mi dica che l'aria influenza la bilancia!

A: Certo! I palloncini e le mongolfiere galleggiano nell'aria grazie alla spinta di Archimede, perché sono riempiti di un gas meno denso dell'aria alla stessa pressione, sia usando gas intrinsecamente leggeri come l'elio che usando aria calda, che dilatandosi diminuisce la sua densità per una certa pressione. E quindi, quando pesa qualcosa deve tenere in conto la spinta dell'aria. Nel caso della bilancia questo è particolarmente importante quando i due corpi hanno una densità molto diversa. Del resto, se fosse un palombaro e provasse a pesare il chilo di piombo e quello di paglia sott'acqua, certo non si aspetterebbe di vedere l'equilibrio! E l'aria dentro un palloncino sembra non pesare nulla solo perché il palloncino è soggetto a una spinta di Archimede di pari valore.

Q: Lei ha sempre ragione! Continui a raccontare. Di cos'altro si interessava?

A: Della leva.

Q: Già! "datemi una leva e vi solleverò il mondo!"

A: Veramente avevo detto anche "e un punto di appoggio", ovvero un fulcro. Studiando bilance e altalene, avevo visto scoperto che quello che contava non era tanto la forza, quanto il prodotto del braccio per la forza a lui perpendicolare, quello che voi chiamate "momento della forza". È questo momento che deve essere uguale, per avere l'equilibrio. E quindi, se si aumenta abbastanza il braccio, si può sollevare un gran peso anche con una forza piccola.

Q: Ma come può succedere questa magia? Le sue leve le conoscono tutti, ma io non ho mai davvero capito come sia possibile: insomma se usi una forza minore del peso di un oggetto come diavolo fai a sollevarlo?

A: Sai com'è fatta una porta?

Q: Certo: è una tavola, incernierata da una parte e con una maniglia dalla parte opposta.

A: E perché è fatta così?

Q: Ma per aprirsi e chiudersi, no?

A: Sì, ma perché la maniglia è dalla parte opposta dei cardini? Potrebbe anche stare al centro, o anche vicina alla cerniera.

Q: Ho capito! La maniglia sta dalla parte opposta dei cardini perché altrimenti l'apertura sarebbe più faticosa! Òra che ci penso, il portone del mio condominio ha un pomello al centro ma tutti spingono dal lato opposto ai cardini. Ora capisco che lo fanno per vincere più facilmente la resistenza del meccanismo a molla di chiusura automatica! Certo! Mettendo la maniglia lontano dai cardini ho un braccio più grande e mi serve meno forza per aprire la porta. È un'applicazione della sua leva!

A: Come lo schiaccianoci, e anche il nostro corpo, dove i muscoli fanno ruotare le ossa imperniate nelle articolazioni per esercitare una certa forza, per esempio sollevare una mela.

Q: Ora che ci penso, a scuola si studiano le leve di vario tipo, quelle come lo schiaccianoci o la porta, in cui la forza necessaria a fare un lavoro è sempre maggiore della forza resistente. Poi ci sono quelle come l'altalena, in cui il rapporto può variare a seconda della lunghezza dei bracci. E infine ci sono quelle come i muscoli e le ossa, in cui la forza muscolare deve sempre essere molto maggiore della forza resistente perché ha un braccio molto piccolo. Nel caso dell'avambraccio la mela, appoggiata sulla mano, ha un braccio di 30

centimetri, ovvero dalla mano stessa al gomito, mentre il bicipite ha un braccio di tre o quattro centimetri, che è la distanza dal gomito all'attacco del tendine al radio. Perché la natura usa delle leve così svantaggiose?

A: Non bisogna guardare solo all'intensità della forza, perché per effettuare un certo lavoro, come sollevare la mela, se si usa una forza piccola bisogna fare uno spostamento grande, e nel caso dei muscoli, questo non è facilmente realizzabile. E poi, se il tendine si attaccasse vicino al polso, o addirittura alla fine della mano, sarebbe alquanto scomodo e ingombrante, no?

Q: Come al solito ha ragione! Ma a parte formulare la teoria, ha anche prodotto delle applicazioni pratiche?

A: Certo, io non ero certo un fisico teorico di oggidì, tutto quello che facevo aveva applicazioni pratiche. Per esempio, la carrucola che si usa per sollevare un secchio d'acqua dal pozzo non è altro che una bilancia a bracci uguali.

Q: Una carrucola è una bilancia?

A: Certo. Il peso del secchio in ogni istante è bilanciato dalla forza con cui si tira la corda, e entrambe le forze hanno lo stesso braccio, il raggio della carrucola, rispetto al cardine della stessa. Quindi l'operatore che solleva il secchio fa la stessa fatica che a sollevarlo direttamente, ma tirando verso il basso invece che verso l'alto. Il gancio a cui è appeso il cardine della carrucola deve sopportare invece una forza doppia, il peso del secchio più lo sforzo dell'operatore. Ma combinando delle carrucole si può tirare su l'acqua con meno fatica. Il secchio viene attaccato al cardine di una carrucola mobile, e la corda parte da un attacco fisso, scende fino al secchio passando in tale carrucola, risale fino a passare dentro un'altra carrucola e infine arriva all'operatore.

Q: E perché così è più facile?

A: Perché abbiamo visto che il cardine della carrucola deve reggere una forza doppia di quella della corda. Quindi la corda deve reggere metà del peso del secchio, che è attaccato appunto al cardine di una carrucola, e così l'operatore. Certo, ci vuole il doppio della corda... Questo è il principio del paranco, che pure ho inventato io.

Q: E come ha usato queste invenzioni?

A: A parte le pompe, ho contribuito molto alla scienza militare. Ho costruito catapulte e scorpioni, ovvero una specie di balestre.

Q: Siracusa poté opporsi ai romani così a lungo grazie alle sue macchine, giusto?

A: Sì, e se i nostri soldati non fossero stati così sciocchi da ubriacarsi, Siracusa sarebbe ancora indipendente e magari i nostri alleati cartaginesi avrebbero vinto le guerre puniche. Sapete, la tecnica di assalto di una città fortificata come Siracusa prevedeva un avanzamento lento, passo dopo passo, utilizzando passerelle per superare i fossati e scale per salire sui muri, proteggendosi sempre con degli scudi o delle pareti mobili. Era essenziale individuare i "punti ciechi", dove le catapulte non arrivavano, per poter assemblare queste macchine da assedio, partendo, nel caso di Siracusa, dalle navi. Ma le mie macchine erano fatte in maniera tale da poter variare il tiro, così che non c'erano punti ciechi e anzi potevo far cadere dei massi sulle navi usando delle lunghe leve, o anche sollevare la loro prua usando una specie di mano prensile, così da farle affondare.

Q: Ma come potevate costruire delle braccia così lunghe da afferrare una nave a distanza? Come facevano a restare rigide? Quanto pesavano?

A: In realtà erano delle specie di catapulte che lanciavano degli uncini legati a delle corde. Se l'uncino faceva presa, tiravamo la corda usando un paranco, così che si poteva rovesciare la nave o trascinarla contro gli scogli.

Q: E anche bruciarle da lontano usando gli specchi?

A: Quello degli specchi ustori è un mito nato in epoca medioevale, le mie macchine potevano ovviamente lanciare sostanze incendiarie, per bruciare le navi che ci assediavano. Il problema è che per incendiare una nave c'è bisogno di concentrare molta energia, e la radiazione solare porta al massimo un chilowatt per metro quadro. Quindi avrei dovuto avere uno specchio molto grande, come quello rappresentato da Giulio Parigi in un quadro che si trova nello stanzino delle matematiche, nella Galleria degli Uffizi a Firenze. Ma un tale specchio, oltre che essere impossibile da costruire nella mia epoca, avrebbe avuto un difetto fondamentale. Quale?

Q: Il peso?

A: No! il fuoco fisso! Avrei potuto incendiare solo le navi che si trovavano ad una distanza stabilita. Per ovviare a tale problema, si deve costruire la superficie riflettente usando tanti specchietti, opportunamente orientati. Hanno fantasticato di specchi composti da migliaia di specchi da toilette orientati dalle donne sugli spalti. Se volete vedermi in azione mentre incendio le navi romane con gli specchi, potete guardare il quarto episodio del film Cabiria, del 1914.

Nel 2010 ci hanno provato anche quelli di MithBusters, su esplicita richiesta di Barack Obama, ma senza riuscire a incendiare neppure un po' di stoffa pur usando ben 500 specchi.

Q: Quindi non si può fare...

A: Al contrario, è fattibilissimo e anzi, viene fatta normalmente ogni giorno nelle centrali solari a concentrazione e nei forni solari. Nelle centrali, usando sistemi motorizzati per muovere gli specchi si riesce a concentrare la radiazione in un punto, e raggiungere temperature altissime, tali da fondere anche il ferro o da azionare delle turbine a vapore. Questi specchi però, e qui sta la tecnologia che io non avevo, funzionano bene perché sono perfettamente parabolici, oltre ad avere una riflettività molto più alta di quella che potevo ottenere ai miei tempi. Oltre al fatto che nei forni solari il bersaglio sta fermo!

Q: Quindi si deve concludere che per sfruttare l'energia del sole ci vogliono delle attrezzature sofisticate che i Greci non potevano avere.

A: Per prima cosa non è vero che ci vogliono sempre attrezzature sofisticate. Potete costruire un forno solare per cuocere del riso o dei fagioli senza grandi problemi. Prendete una scatola di cartone, e tagliate via tre lati in modo da avere una specie di tetraedro senza fondo. Rivestite il tutto di foglio di alluminio. Nel mezzo mettete una piccola pentola annerita con il nerofumo (o una pentola nera se la trovate), ovviamente con coperchio, e possibilmente chiusa dentro un sacchetto trasparente resistente al calore, di quelli che si usano per cuocere gli alimenti nel microonde. Mettete nella pentola il cibo e esponete al sole, girandola ogni tanto in modo che resti sempre bene illuminata. Più è grande la scatola, ovvero lo specchio, meglio è, potete anche usare i lati che non servono, senza tagliarli del tutto, come specchi aggiuntivi. Il problema è che il Sole gira, visto dalla Terra, e quindi servono meccanismi di inseguimento.

Q: Che voi non avevate…

A: L'immagine che voi avete dei greci è quella di un popolo di astuti pastori, tipo Ulisse, e di eroi senza cervello, tipo Achille. Ma in realtà, soprattutto in epoca ellenistica, avevamo anche delle ottime abilità tecniche, come del resto le avevano i romani. Le guerre già ai miei tempi si combattevano usando macchine più che la forza bruta, e queste macchine potevano essere anche molto sofisticate. Come ricorda Cicerone, io avevo costruito una "macchina circolare" con la quale si rappresentavano i movimenti del Sole, dei pianeti e della Luna, nonché delle sue fasi e delle eclissi. Insomma, un meccanismo simile a quello ritrovato poi ad Anticitera, una specie di orologio molto sofisticato con ingranaggi accurati messi in movimento dalla mia vite senza fine. Voi, tanto per fare un confronto, avreste raggiunto tale perfezione tecnica solo nel medioevo, dopo l'anno mille.

Q: Lo riconosco, l'immagine che abbiamo della grecia classica è molto fuorviante. Diceva che aveva usato la fisica anche per risolvere problemi di matematica.

A: Si, certo, in particolare per il calcolo dell'area del segmento parabolico, del rapporto tra volume del cilindro e della sfera, e per l'approssimazione dell'area del cerchio. Anche in questo caso ho usato metodi più fisici che matematici, usando la leva.

Q: In che senso?

A: Per calcolare le aree di figure irregolari, prima dell'invenzione degli integrali, si usava ritagliarle da una tavoletta di legno o di cartone, precedentemente pesata. Dal confronto del peso del cartone originale e di quello della figura, sapendo l'area del cartone si può derivare l'area della figura. Provate a calcolare pi greco con la bilancia, ritagliando un cerchio da un quadrato di cartone.

Q: Geniale.

A: Io ho trasportato questo metodo empirico nel campo delle dimostrazioni matematiche. Praticamente immaginavo di appendere la figura di cui volevo determinare l'area su un braccio di una bilancia e di mettere sull'altro braccio delle figure equivalenti, fino ad equilibrare il peso. In fondo, è una procedura simile a quanto si fa per i triangolQ: il baricentro di un triangolo è il punto dove posso "concentrare" la massa del triangolo così che una altalena sta in equilibrio se su un braccio appoggio il triangolo, e dall'altra metto una massa equivalente al peso del triangolo alla distanza pari a quella del suo baricentro.

Q: E così riuscì a misurare l'area di una parabola?

A: Sì, è quello che oggi si chiama il teorema di Archimede, che dice che l'area di un segmento parabolico è equivalente ai due terzi del rettangolo ad esso circoscritto. Secondo me è il risultato più importante che ho ottenuto, e infatti l'ho dimostrato in vari modi. Nel testo "La quadratura della parabola", divido il segmento parabolico in un numero infinito di triangoli, sempre più piccoli.

Q: Che poi andavano sommati…

A: Infatti, e posso dire senza falso orgoglio di aver utilizzato forse per la prima volta il fatto che una serie di infiniti termini poteva dare un risultato finito, un concetto molto ostico per noi greci, sempre alle prese con paradossi come quello di Achille e la tartaruga. Questo sistema funziona particolarmente bene per la parabola, dando una serie, ovvero una somma di infiniti termini, che si può sommare facilmente.

Q: E per il cerchio?

A: In questo caso non sono riuscito a sommare la serie, anche perché avrebbe dato come risultato un numero trascendente che noi greci non conoscevamo. Ma sono arrivato ad approssimare il cerchio con un poligono di 96 lati, praticamente indistinguibile dal cerchio stesso. In termini moderni, ho trovato che pi greco sta tra 3 + 10/71 e 3+1/7, ovvero che il suo valore decimale è tra 3,1408 e 3,1428.

Q: Prima ha detto che ha usato anche un altro sistema…

A: Sì, nel trattato "Metodo sui sistemi meccanici" uso la leva per dimostrare tale teorema. Prendo un triangolo rettangolo che ha la stessa base del segmento di parabola che voglio misurare, con un lato tangente alla parabola stessa nel punto terminale del segmento. Si immagini un triangolo, in cui è disegnato un arco di parabola, appeso a un braccio di una bilancia per mezzo di tanti gancetti attaccati a un suo lato.

Q: Ok.

A: adesso facciamo a fette il triangolo, una fetta per ogni gancetto.

Q: Come se si fossero appese alla bilancia tante file di salsicce, diciamo dieci al primo gancio, nove al secondo, otto al terzo, e così via?

A: Mi sa che lei cominci ad avere fame. Ma continuiamo la sua analogia. Meglio usare salsicce piccole, mettiamone venti al primo gancio, diciotto al secondo, sedici al terzo, fino a due e zero. Per visualizzare l'arco di parabola, usiamo salsicce calabresi, al peperoncino. Nella prima fila, quella di venti, non ce n'è nessuna, così come nell'ultima, che del resto è vuota. Nella seconda fila, la prima salsiccia è al peperoncino, così come nella penultima, che ha una salsiccia calabrese e una normale. Il numero di salsicce piccanti aumenta verso il centro del triangolo, disegnando una parabola. Con il mio teorema posso dimostrare che posso appendere tante salsicce calabresi quante ce ne stanno nella parabola, a un solo gancetto attaccato in un punto preciso dell'altro braccio della bilancia.

Q: E a che serve?

A: Ma è la dimostrazione! Vuol dire che posso bilanciare l'area del segmento parabolico, individuato in questo caso dalle salsicce piccanti, con i vari pezzettini di triangolo, appesi in punti diversi. Ma io so dove sta il baricentro di un triangolo, e quindi alla fine so dove devo appendere una massa pari all'area del triangolo per bilanciare la parabola, e da lì, con pochi calcoli, si ottiene il teorema.

Q: Sempre più geniale!

A: I miei lavori sono stati letti e studiati da Leonardo da Vinci, Galileo e Newton e forse hanno ispirato a quest'ultimo l'idea del calcolo differenziale.

Q: Si dice che lei fosse anche un gran burlone...

A: Non lo nego. A quei tempi c'era una intensa corrispondenza tra noi sapienti, anche se eravamo dispersi nelle varie città del mediterraneo, e io mi divertivo a spedire loro dei quesiti praticamente impossibili da risolvere, come quello sul numero di granelli di sabbia che potevano stare nell'universo o sul numero di buoi che componevano le greggi del Sole, quelle che i compagni di Ulisse mangiarono finendo poi molto male. Tra l'altro l'isola del Sole era ovviamente la Sicilia.

Q: E qual era la difficoltà fondamentale di questi problemi?

A: La loro soluzione richiedeva l'uso di numeri molto grandi, che ovviamente erano difficilmente rappresentabili con i sistemi della mia epoca. Praticamente c'era bisogno della notazione esponenziale, una cosa che a quanto mi risulta neppure ai vostri giorni è molto comune.

Noi greci usavamo le lettere dell'alfabeto per rappresentare i numeri, un po' come facevano i romani e già questo creava confusione. Ma il limite vero era la rappresentazione di numeri grandi, praticamente bisognava sempre inventare un simbolo diverso per ogni "numerone".

Q: E quale fu la sua soluzione?

A: Partii da 10.000 che chiamai "numero di primo ordine" e moltiplicandolo per sé stesso ottenni il numero di 100 milioni, che chiamai "numero di secondo ordine". Prendendo questo numero come unità giunsi poi ai numeri di terzo ordine e così via. Per maneggiare tali numeri avevo inventato un sistema che consisteva nel raggrupparli in ottadi, cioè in potenze in base 10 con esponente multiplo di 8. La prima ottade è il numero del secondo ordine, 10 alla 8, la seconda ottade arriva fino a 10 alla 16, che è il numero del terzo ordine, e così di seguito. Arrivai fino a 10 alla 800 milioni, ma avevo già dimostrato che i numeri sono infiniti.

Q: Ci può fare un esempio di un problema risolto con le sue ottadi?

A: Ho calcolato il numero dei granelli di sabbia necessari per riempire tutto l'Universo. Prima misurai le dimensioni di un granello di sabbia, pari alla decima parte di un seme di papavero. Conoscevo poi, grazie agli studi di Aristarco di Samo e di Eratostene, la circonferenza della Terra e la sua distanza dal Sole, che era allora valutata in 925 milioni di chilometri, mentre in realtà si tratta di 150 milioni di chilometri. Presi in esame il cielo delle stelle fisse ed arrivai alla conclusione che l'universo avesse un diametro di 9 miliardi di chilometri. Tale grandezza sarebbe stata riempita da un numero di granelli di sabbia pari a 10 alla 63, praticamente meno di 8 ottadi.

Q: Lei ha risolto tutti i problemi che ha proposto?

A: Non ho sempre dato la soluzione, per stimolare l'intelligenza dei miei amici. Prendiamo il problema dei buoi del dio Sole. Sfidai Eratostene a calcolare quanti erano tali animali, trovando il numero più piccolo che soddisfaceva a una serie di condizioni. Per esempio, dicevo i tori e le giovenche erano di quattro colori, che il numero di tori bianchi era la metà più un terzo dei neri più quelli bruni, che il numero giovenche bianche era uguale a un terzo più un quarto della somma di tutti gli animali neri, e così via. Ovviamente si dovevano usare solo numeri interi per non uccidere nessun animale. Il risultato è di circa una cinquantina di milioni di capi.

Q: Un bel numero, ma di certo non astronomico!

A: Aspetti! Aggiunsi poi che chi l'avesse risolto non era comunque ancora un sapiente, dato che c'erano ancora due condizioni da rispettare. La prima era che la somma dei tori bianchi e neri doveva essere un numero quadrato, come 4, 9, 16, e la seconda che la somma dei tori bruni e di quelli pezzati doveva essere un numero triangolare, come 3, 6, 10. Solo nel 1880 due matematici tedeschi risolsero il problema, scoprendo che la minima soluzione è pari a circa 10 alla 200.000, ovvero a 2500 ottadi.

Q: Ma lei l'aveva risolto?

A: Beh, qual è la mia espressione più famosa? Eureka! Che vuol dire "ho trovato"!

Q: Ho capito.... Grazie Mille, Professore. È stato veramente un onore poterla intervistare

A: È stato un piacere. Se capitate nel limbo non mancate di passare a salutarmi.

FINE