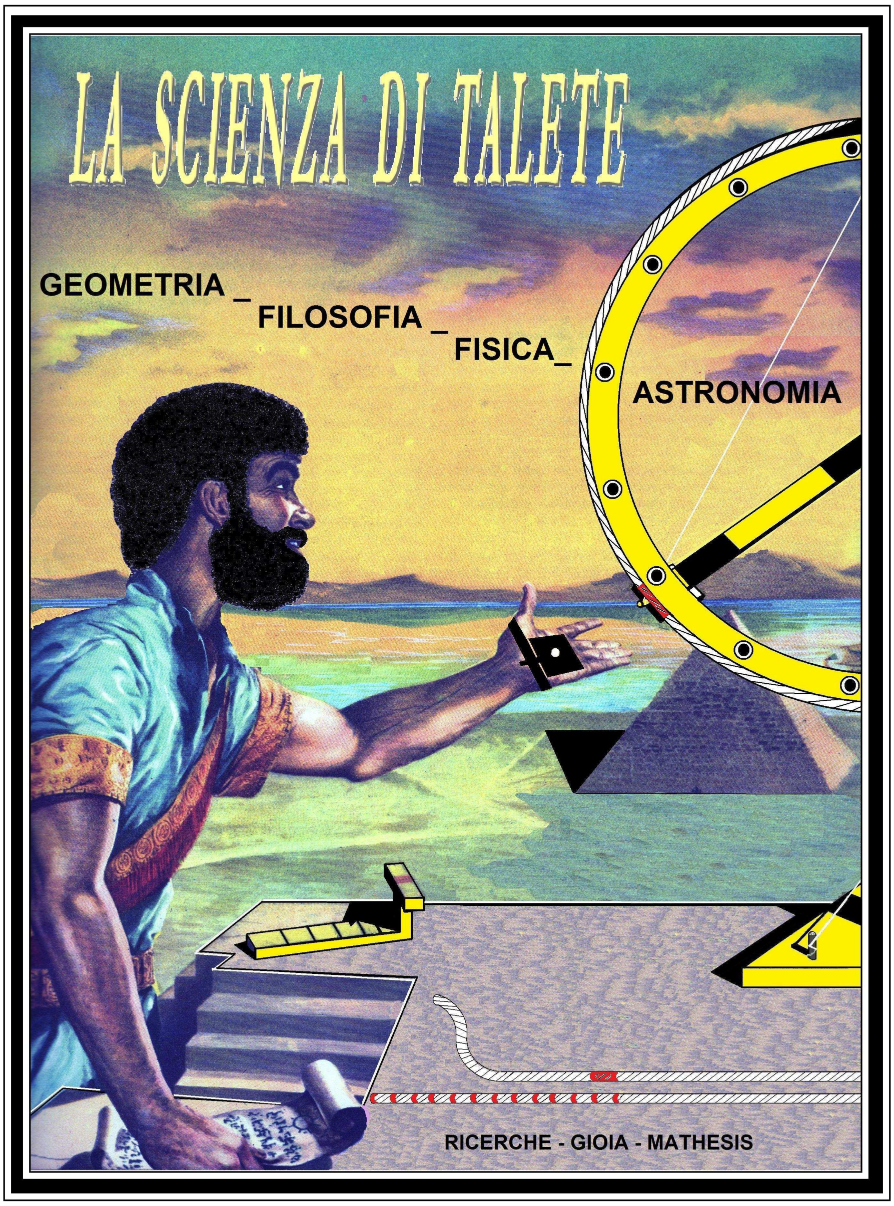
LA SCIENZA DI TALETE
GEOMETRIA _
FILOSOFIA _
FISICA_
ASTRONOMIA
RICERCHE - GIOIA - MATHESIS

LA SCIENZA STRUMENTALE DI TALETE

Sul distanziometro ideato da Talete di Mileto e ricostruzione dei suoi teoremi

Aldo Bonet*

“…..In memoria del Professor Bruno Rizzi.
scusandomi del ritardo

Sunto: Partendo dalle classiche fonti storiche, si prosegue sulla base degli studi svolti da vari Autori , sulla vita, le opere di Talete e sulla cultura dell’antico Egitto, per arrivare a poggiare l’intero lavoro su quello più prezioso e fondamentale del Professor Bruno Rizzi, riguardo questo poliedrico pensatore di Mileto, pubblicato sulla rivista di Storia della Scienza” PHISIS” del 1980 e senza il quale, non sarebbe stato possibile concludere positivamente questa ricerca.
Viene proposto un metodo originale per la misurazione delle altezze delle piramidi e ben integrato nelle testimonianze storiche per proseguire, con gli stessi principi di fondo, verso la realizzazione ipotetica di un distanziometro, mediante l’unione di due bilance, per la misurazione dalla costa delle distanze delle navi in mare.
Il distanziometro, mediante piccoli accorgimenti, viene utilizzato in seguito, per la spiegazione e la scoperta dei teoremi geometrici attribuiti a Talete e del suo influsso filosofico col principio primo nonché, per la misurazione angolare del Sole e la scoperta di quegli eventi astronomici che la tradizione concordemente gli attribuisce.
Infine, a garanzia della bontà di questa ricerca, si noterà nel corso del lavoro, come l’intero metodo empirico di Talete, riecheggia non solo con alcune definizioni e proposizioni note, ma non a caso, con tutti i cinque postulati del Libro I degli Elementi, una delle colonne portanti su cui regge l’intera opera di Euclide.

Abstract: Starting from the classical historical sources, continue on the basis of studies conducted by various authors on the life, works of Thales and culture of ancient Egypt, to the work based on the most precious and fundamental of Professor Bruno Rizzi, on this multifaceted thinker of Miletus, in the Journal of the History of Science "PHISIS" of 1980 and without which it would not have been possible to successfully conclude this research. It is proposed an original method for measuring the heights of the pyramids and well integrated into the historical evidence to continue with the same basic principles, towards a range of hypothetical, by the union of two scales for the measurement of the coast of distances of ships at sea. The range, through small steps, is used later for the explanation and the discovery of geometrical theorems attributed to Thales and his influence with the first principle of philosophy and, as the angular measurement of the Sun and the discovery of those astronomical events that tradition agree attributes. Finally, a guarantee of the goodness of this research, you will notice in the course of work, as the empirical method of Thales, echoes not only with some definitions and propositions known, but not surprisingly, with all five postulates of Book I of elements, one of the cornerstones on which holds the entire work of Euclid

Parole chiavi: 1. Introduzione, 2. Le fonti storiche, 3. L'Egitto incontra Talete, 4. L'aspetto dell'antico Egitto, 5. Uno spirito osservatore, 6. L'idea strumentale supera le difficoltà, 7. Talete all'ombra delle piramidi, 8. Talete scala le piramidi dei Re, 9. Talete sulla cima dei Faraoni, 10. Il distanziometro prende forma, 11. Il distanziometro prende posto, 12. Talete prende le distanze, 13. L'antica Cina all'avanguardia, 14. Lo strumento spiega la geometria, 15. Talete scopre i teoremi della geometria, 16. L'archè della geometria e della filosofia, 17. Il Cielo di Talete sopra l'Olimpo, 18. Metodo della doppia eclisse, 19 L'angolo ciclo-metrico, 20 Il foro perfetto, 21. Il cannocchiale proiettore di Talete, 22. Il numero divino, 23. L'eredità di Talete.

* aldo@storiadellamatematica.it

1. INTRODUZIONE

Questo lavoro ispirato, come altri miei lavori, in età giovanile e precisamente nel 1977, si presentò come un prodromo mentale nel leggere il libro, di Charles Singer, Breve Storia del Pensiero Scientifico, Einaudi, 1961, che mi accompagnò come un informatore e amico bibliografico fedele nelle mie prime passioni e nei tre anni successivi di feconde scoperte.

Solo nel 1986 ricominciai costantemente questa ricerca e scoprii un "nuovo" e più approfondito libro di un Autore tedesco, **Richard Klimpert " Storia della Geometria"** e tradotto dal **Professor Pasquale Fantasia, Edito dalla Laterza e Figli, Bari, 1901**, dal quale emergeva sempre più, quell'ipotesi strumentale che, semplicemente abbozzata in una mente giovanile, grazie al libro, andava man mano sviluppandosi, in una più consolidata idea di un metodo di misura delle distanze dalla costa delle navi in mare, nonché di un metodo per la misura di oggetti elevati a partire dalla misura delle loro ombre e per entrambi, senza far uso del calcolo della similitudine come esso richiede.

Ma fu nell'anno 1990 che arrivò la conferma e la ricompensa di anni di ricerca intuitiva, per merito di un **Lavoro Straordinario** che mi capitò nelle mani e che focalizzò i miei occhi increduli quando lessi la perfetta sintonia del contenuto con la mia congettura, arricchito con una profondità di indagini e di analisi eseguite dall'Autore, dove nel colmare tutti quegli spazi speculativi necessari con una qualità e una dovizia di particolari, concedeva inoltre, meticolose informazioni utili sull'argomento, che avrebbe lasciato soddisfatto anche il più esigente dei cultori e ricercatori intuitivi di storia della matematica….ciò che stavo leggendo, era proprio quello che mancava al mio lavoro, sia per renderlo concreto, efficace, sia per concluderlo dignitosamente, anzi, terminata la ricerca, mi accorsi, che entrambi i lavori erano fatti incredibilmente, l'uno per l'altro;… l'Autore di questo Straordinario Lavoro porta il nome di: **Bruno Rizzi**, il Lavoro apparso sulla Rivista di Storia della Scienza " PHISIS" nel 1980, porta il titolo: **Talete ed il Sorgere della Scienza Attraverso la Discussione Critica.**

Per comodità nella stesura dell'articolo, le due notevoli fonti sopraindicate sulle quali mi sono ampiamente appoggiato, verranno rispettivamente ricollegate e sottointese, sia nel Testo, che nelle Note Complementari, col nome dei loro rispettivi Autori: **Bruno Rizzi e Richard Klimpert.**

A conclusione di questa introduzione, mi sembra doveroso spiegare che, questo lavoro, già accettato nel maggio del 1991 per essere pubblicato sulla rivista "Archimede", come da lettere interlocutorie e ufficiali allegate, si è interrotto bruscamente, fra le tante cause, per questioni di forma e per puntiglio, poiché non trovavo soddisfacente tagliare parti e Autori che avrebbero compromesso sia il buon senso nonché il buon esito dell'intero lavoro e su questo punto, col Professor Bruno Rizzi eravamo perfettamente d'accordo; nei pur brevi ma armoniosi momenti propizi costruttivi, avevamo metaforicamente concordato che: **se due settori circolari nell'unirsi, formano un cerchio perfetto, perché ritagliarlo per adattarlo e ridurlo a favore di un'altra forma, rischiando di compromettere una geometria così raffinata e scaturita da quella perfetta unione?...**Impotenti al rimedio e per cause esterne di forza maggiore, decisi io, per questo ancora mi scuso, di archiviare il tutto in attesa di tempi migliori.
Il "tempo" però, non è solo "Sapiente" come affermava Talete, ma a volte, è anche "tiranno", poiché nel minore dei danni, sottrae alla vita anni preziosi, ma nel peggiore dei danni, purtroppo, anche **Uomini Preziosi, Amanti del Sapere e della Cultura, Disponibili e, il Professor Bruno Rizzi, lo è stato davvero!**....Nei momenti difficili come in quelli più propizi, con signorile riserbatezza, rispetto e grande gioia costruttiva, condivisi.
Mi sia concesso, con questa introduzione, un doveroso ringraziamento per l'infaticabile disponibilità della Presidente della Sezione Mathesis di Gioia del Colle, Prof.ssa Francesca Galasso, che ha accolto favorevolmente la pubblicazione a tutela di questo articolo, sul giornale matematico di Gioia Mathesis, incentivando in questo modo, anche il positivo completamento di questa ricerca.

2. LE FONTI STORICHE.

Secondo le fonti, **Talete di Mileto (625-540 a.C. circa)** viaggiò molto in Egitto ed in Asia Minore, si interessò con spirito costruttivo di geometria, astronomia, **(1)** ingegneria, di speculazioni commerciali e anche di politica.

Platone lo nomina tra i suoi famosi "sette savi" della Grecia, la sapienza dei quali si esprimeva in brevi e memorabili sentenze; lo definisce inoltre (Rep. 600 a) come un "ingegnoso inventore di tecniche". Comunque nessuna opera o alcuno scritto di questi è in nostro possesso.

Certamente Talete non fu né un filosofo, né uno scienziato in senso aristotelico.

Per quello che riguarda il suo pensiero filosofico, ricordiamo semplicemente che Talete, per primo, colse al di là della diversità e della molteplicità delle cose l'esistenza di un elemento unitario che identifico con l'acqua.

Della sua attività di matematico, ci rimangono le testimonianze tramandateci da **Proclo (410-485 d.C. circa)** che si rifà **a Eudemo, discepolo di Aristotele, (fiorito verso il 320 a.C.),** autore di una Storia della Geometria andata perduta, e a **Diogene Laerzio (inizio III sec. d.C.)**, che si rifà a **Panfila (vissuta nel I sec. d.C.),** a **Geronimo (IV, III sec. a.C.), Apollodoro (150 a.C. circa) e molti altri**.

Limitandoci all'attività matematica di Talete, osserviamo che la principale testimonianza che lo riguardi è quella di Proco, il quale nel suo Riassunto (o Commento al libro I degli Elementi di Euclide):

1) **Bruno Rizzi paragrafo.4 pag 303:**

" Come dunque l'esatta conoscenza dei numeri ebbe inizio presso i Fenici a causa dei commerci e dei traffici, così appunto presso gli Egizi **(2)**, la geometria è stata scoperta per la ragione suddetta. Talete fu il primo che, andato in Egitto ne riportò questa dottrina e la introdusse nell'Ellade e molte scoperte fece egli stesso e di molte dette lo spunto ai sui successori, affrontando alcuni problemi in modo più generale (katholikòteron), altri in modo più pratico (o sensibile, aisthetikòteron)**"(3)**.

E ancora Bruno Rizzi pag 303, ci fa sapere sia dal Commento di Proclo:

2) -"Dicono che sia stato il famoso Talete, il primo a dimostrare che il cerchio è bisecato dal diametro;…**" (4)**.

3) - "Siano dunque rese grazie al vecchio Talete per l'invenzione di questo teorema, oltre che di molti altri; perché si dice che egli sia stato il primo a intuire e ad affermare che gli angoli alla base di ogni triangolo isoscele sono uguali, solo chiamando, secondo l'uso più antico, " simili" gli angoli uguali**" (5)**.

4) – "Questo teorema , trovato per la prima volta da Talete, come dice **Eudemo** e giudicato degno di dimostrazione scientifica da parte dell'Autore degli Elementi, dimostra dunque che quando due rette si tagliano fra loro, gli angoli al vertice sono uguali**" (6).**

5) -(con riferimento al II criterio di uguaglianza)….**Eudemo** nella sua Storia ella geometria attribuisce questo teorema a Talete; perché per il metodo con cui si tramanda che egli indicasse la distanza delle navi in mare, dice Eudemo che deve aver fatto uso di questo teorema.**"(7).**

Sia, da Diogene Laerzio:

6) - "**Panfila** dice che, appreso dagli Egizi lo studio della geometria, egli Talete per primo iscrisse in un cerchio il triangolo rettangolo e sacrificò un bove, altri, fra cui il matematico **Apollodoro,** dicono che la scoperta è di Pitagora**"(8).**

7) - “**Geronimo** dice anche che misurò le piramidi dall’ombra aspettando il momento in cui le nostre ombre hanno la nostra stessa grandezza” **(9).**

Richard. Klimpert a pag 18 ci dice:
-”A Talete si ascrive pure il merito di avere adottato l’arco di circolo come misura degli angoli **(10) “**

-“ Dai teoremi tramandatici si è argomentato che, a Talete era anche noto il teorema sulla somma degli angoli di un triangolo. Da un passo del matematico **Gemino,** conservatoci da **Eutocio**, si apprende che gli antichi geometri dimostrarono questo teorema per tutti i casi speciali, cioè prima per il triangolo equilatero, poi per l’isoscele, quindi per lo scaleno; mentre i posteriori dimostrarono il teorema in generale **“(11).**

Come si vede, si tratta di elementi frammentari ai quali vanno aggiunte alcune testimonianze, altrettanto frammentarie, di cui tratteremo in seguito, circa il loro carattere occasionale ci basti osservare che essi si trovano esposti lungo il corso del Commento di Proclo al primo libro degli Elementi di Euclide, pertanto il tentativo di ricostruire l’opera stessa di Talete è sicuramente un’impresa ardua, ma non vana, se in soccorso vengono formulate ipotesi valide ed accettabili; questo tentativo è già stato tentato da dotti scrittori che di certo non andiamo a criticare o porre in discussione, **ma vogliamo semplicemente proporre delle nuove ipotesi che riteniamo essere aderenti alle testimonianze tramandateci ma anche ben integrate nel contesto culturale dell’epoca in cui visse Talete,** soprattutto presso il popolo Egizio dal quale, secondo le comuni indicazioni, imparò un insieme di nozioni geometriche e per primo le portò in Grecia; è quindi opportuno citare quelle conoscenze culturali presenti nell’antico Egitto all’epoca in cui Talete effettuò il suo viaggio in questo paese.

3. L’EGITTO INCONTRA TALETE.

A pag 14 del Libro di Richard Klimpert leggiamo:
“Quando nel 560 a. C. l’Egitto fu dal re Psammete aperto ai Greci, non solo si stabilì tra i due popoli un vivo commercio, ma molti Greci, avidi di scienza, accorsero alle scuole superiori dell’Egitto, per apprendevi quel maggior sapere, che non permettevano le loro misere scuole. Fu così che i Greci impararono dagli Egiziani una quantità di proposizioni, conosciute come verità incontestabili, dette teoremi (cioè cose intuite o trovare con la riflessione, ma da dimostrarsi), che allora soltanto avevano pregio e valore, quando si era in grado di dimostrarne l’esattezza**”**.

La geometria in Egitto ebbe origini pratiche, dal momento che se ne sentì la necessità per eseguire operazioni catastali, questo è un fatto documentato dal grande storico Erodoto (484-408 a.C.) poiché in un suo passo ci narra che il re Sesostri aveva diviso tra tutti gli Egiziani la terra in tante porzioni rettangolari uguali e che, annualmente, riscuoteva le rispettive imposte. Se a qualcuno, la piena del fiume Nilo, portava via qualche cosa della sua parte, il danneggiato doveva andare a denunciare l’accaduto al re: questi poi mandava ispettori, che misuravano di quanto l’appezzamento era divenuto più piccolo, cosicché il possessore potesse essere tassato secondo il giusto. Erodoto conclude: “mi sembra che la geometria, essendo stata così trovata, di qui venne in Grecia**”**.

Presso un’altra fonte, **Isocrate (intorno al 390 a.C.),** troviamo la geometria egiziana già nel suo fiorire: ci venne narrato (Busiris c 9) come ai più anziani sacerdoti egiziani fossero affidati gli incarichi più importanti, mentre, i più giovani, trascurando i piaceri, si occupavano di astronomia, calcoli e geometria. E che in Egitto vi fosse il terreno adatto, almeno presso la classe sacerdotale, per un tale genere di studi, è affermato in un passo di **Aristotele** (Metafisica I,I) in cui è detto che: “alla scoperta delle scienze non dirette né al piacere, né alle necessità della vita, si passò dapprima in quei luoghi dove gli uomini erano liberi da faccende: così la matematica sorse dapprima in Egitto, perché ivi alla classe sacerdotale era lasciata libertà di oziare (scholàzein)”.

E Richard Klimpert a pag 22 ci fa sapere :
“ Fu proprio a queste classi sacerdotali che Talete si rivolse, specialmente ai sacerdoti di Menfi e di Tebe**”**.

Va tuttavia osservato che gli unici documenti con maggior volume di problemi riguardanti la matematica egiziana da noi finora posseduti (il Papiro Rhind e il Papiro di Mosca) si riferiscono ad una matematica a carattere pratico, con regole di misura date su casi particolari **(12).**

Ancora R. Klimpert, alle pag.7, 8, 9 12 e 15:
“Pratici bisogni dunque, come le costruzioni e la misurazione dei campi, diedero origine alla geometria. Queste arti venivano in Egitto esercitate da corporazioni ereditarie, così dette caste, che lavoravano sotto la suprema direzione dei sacerdoti.

I loro segreti ed artifici venivano raccolti e trasmessi da generazione a generazione, e si accumulò così, nel corso di lunghi secoli, una notevole quantità di materiale geometrico, che i sacerdoti ordinavano, rivedevano ed esponevano in forma facile e pratica.

Gli Egiziani però, ad onta di una lunga serie di secoli, fecero nella geometria un progresso relativamente piccolo, ciò è facile a spiegarsi, se si pensa che un tempo lo studio della scienza era riserbato esclusivamente ai sacerdoti, e che i risultati geometrici, da loro scoperti, venivano raccolti nei canoni dei libri sacri e non potevano quindi essere di pubblico vantaggio. Ad ogni modo, agli Egiziani è rimasta la fama di essere stati i primi ad aprire l’interesse per la geometria. E’ mancato loro però il genio di costruire questa scienza da un piccolo numero di postulati e teoremi fondamentali e riconsiderare i diversi casi speciali da un punto di vista generale; era serbato ai Greci il gran merito di colmare questa lacuna.**(13)**

Che i geometri egiziani siano stati specialmente esperti nella costruzione, è stato già affermato da antichi scrittori. **Democrito** dice:

”**Nella costruzione di linee secondo le conclusioni da ipotesi, nessuno mi ha mai superato, neanche i cosiddetti arpedonapti (o tenditori di corde) dell’Egitto”.** E **Teone** così si esprime: “I Babilonesi ed i Caldei, come gli Egiziani, ricercavano con zelo le diverse leggi ed ipotesi atte a spiegare i fenomeni naturali, seguendo in ciò **un unico procedimento**, quello, cioè, di esaminare il già noto e fare delle congetture sui fenomeni avvenire; ma gli uni, come i Caldei, si servivano dell’aritmetica, gli altri, come gli Egiziani, si servivano della costruzione”. Anche dal materiale geometrico, che i primi geometri greci ricevettero dai loro maestri egiziani, si deduce che **la geometria costruttiva** aveva già raggiunto in Egitto un grande sviluppo; poiché quel materiale consiste in costruzioni annesse alle relative verità teoretiche, piuttosto che in teoremi.
Così (secondo alcune testimonianze) Talete imparò, in Egitto, a misurare l’altezza di un oggetto con la costruzione di un triangolo rettangolo isoscele, **Pitagora il confronto e la trasformazione dell’area delle figure rettilinee e la loro somma, (13)** e lo stesso Enopide, che nel 470 a.C. fece un breve viaggio in Egitto, per apprendere qualche cosa da questi sacerdoti, non riportò in patria, come compenso delle sue fatiche, che un paio di costruzioni di problemi. **Tutto ciò significa che la geometria egiziana non era di indole teoretica, ma di natura costruttiva, e pare che gli antichi geometri greci abbiano importato dall’Egitto una quantità di tali costruzioni di problemi**.

Quindi, la geometria degli Egiziani servì soprattutto per i pratici bisogni; essa era principalmente di natura costruttiva, e invano si cerca presso di loro un sistema scientifico.

Dai documenti rinvenuti, pare possa dedursi con certezza, che i geometri dell’Egitto svolsero, nelle linee principali e con relative dimostrazioni la teoria degli angoli e delle rette parallele, la determinazione dei triangoli, dei parallelogrammi e trapezi dai loro elementi, il confronto ed il calcolo di queste figure. Pare anche, essi abbiano conosciuto i teoremi più elementari sul circolo, e che abbiano fatto qualche passo nella teoria dei poligoni in esso iscritti. Quanto alla stereometria, non si può loro attribuire che la sola conoscenza della condizione per la perpendicolarità di una retta su di un piano, e tutt' al più una teoria molto limitata del parallelismo di rette e piani nello spazio. Devesi poi assolutamente negare loro la teoria della somiglianza (o similitudine), perché non trovasi presso di essi alcuna traccia della teoria delle proporzioni, come essa richiede.

Lo sforzo dei Greci per raggiungere la chiarezza e la precisione si manifesta immediatamente nell'avere essi geometrizzato tutti i teoremi di aritmetica e nell'avere portato il tutto a percezione distinta, ciò che facilita fin dal principio il convincimento.

In questa forma Talete di Mileto, il primo filosofo greco e fondatore della scuola ionica, già innanzi negli anni, imparò in Egitto, giusta le testimonianze concordi dei principali biografi dei primi filosofi greci, una serie di teoremi elementari di geometria **(14)** che applicò subito per costruire un distanziometro che permetteva, stando sulla costa,
(noi aggiungiamo: sulla torre o su un punto elevato di un porto) di misurare indirettamente la distanza di una nave dal punto di osservazione. S'ignora propriamente il procedimento tenuto da questo filosofo per misurare la distanza di una nave dal porto (o dalla costa) diverse congetture si sono fatte a tal proposito, da dotti scrittori**"**.

Quello che noi vogliamo proporre è un particolare e semplice distanziometro, desumibile dall'unione di una bilancia a supporto con una bilancia a mano.

Prima di sviluppare questa ipotesi, è opportuno che ci soffermiamo su un aspetto caratteristico che si riscontra nella cultura dell'antico Egitto e che Talete ha dovuto quasi sicuramente, se non inevitabilmente incontrare e quindi assimilare nel suo viaggio in questo territorio.

4. L'ASPETTO DELL'ANTICO EGITTO

Nel Libro di L.Giacardi e S.C.Roero: La matematica delle civiltà arcaiche, Stampatori Torino 1978 a pag. 67, 70, 71, leggiamo:

“Nelle molteplici espressioni del genio egiziano balza evidente una particolare caratteristica: il senso costante dell’equilibrio, della simmetria e della staticità. L’elemento simmetrico è presene già nell’uniforme paesaggio del paese: la sponda orientale corrisponde a quella occidentale, la catena montuosa dell’est corrisponde a quella dell’ovest.

Sia che questo aspetto ne fosse più o meno alla radice, se ne riscontra l’eco in tutto il pensiero egiziano, a partire dalla cosmologia e teologia, fino alla letteratura e all’arte.

Veniva cercato un contrappeso in ogni fenomeno osservato o concepito, se c’era un cielo sovrastante doveva esserci un cielo sottostante, ogni dio doveva avere la sua dea consorte, anche essa non aveva una funzione divina distinta, i templi erano orientati rigorosamente e divisi in due parti simmetriche: il nord e il sud.

Nell’arte i prodotti migliori mostravano una cura straordinaria delle proporzioni e un’attenzione all’equilibrio e all’armonia degli elementi.

Il senso dell’equilibrio e della simmetria degli Egiziani si riscontra anche in altri aspetti della loro vita. In questo contesto, uno degli strumenti più significativi era la bilancia, considerata oltre che un ottimo mezzo per pesare, anche il simbolo della giustizia e dell’equilibrio morale.

La bilancia aveva una funzione notevole anche nel rito della “pesatura dell’anima”: per questo motivo si trova spesso raffigurata nelle pitture tombali.

Dai reperti archeologici rinvenuti e dalle rappresentazioni pittoriche risulta che gli Egiziani avevano fatto uso di due tipi di bilancia: quella a mano **(iusù)** e quella a supporto **(makhat),** quest’ultima portava, talvolta, attaccato al sostegno,un piccolo filo a piombo che serviva a garantire la perfetta ortogonalità dei bracci, in caso di equilibrio.

Entrambe però avevano la stessa caratteristica e cioè l'uguaglianza dei due bracci: non era evidentemente ancora stata scoperta la relazione esistente tra pesi e lunghezza dei bracci.

I concetti acquisiti certamente dagli Egiziani, relativamente all'equilibrio, erano la simmetria geometrica ortogonale (infatti, i piatti della bilancia erano sempre disposti perpendicolarmente ai bracci e questi ultimi si trovano ad eguale distanza dal fulcro), la simmetria fisica (il fatto cioè che i pesi, anche se scambiati fra loro, mantengono l'equilibrio) e le proprietà dell'equilibrio stabile, instabile e indifferente.

Le loro bilance avevano infatti tutte il fulcro posto sopra il punto medio dell'asta (o gioco) orizzontale, in modo da possedere un equilibrio stabile**"**.

5. UNO SPIRITO OSSERVATORE.

Questa frequente e particolare caratteristica presente in modo prevalente nella cultura egiziana non può essere sfuggita allo spirito osservatore di Talete (15), anzi, possiamo ipotizzare che la bilancia, questo mezzo molto apprezzato dagli Egiziani e già conosciuto nonché utilizzato dai Greci, potrebbe aver attratto in qualche modo lo stesso Talete ad una più attenta osservazione, dalla quale poteva desumere spontaneamente altre acquisizioni oltre quelle già menzionate e conosciute dagli Egizi, quali:

1) I piatti della bilancia si dispongono sempre, quindi anche in fase di oscillazione, parallelamente al supporto verticalizzato dal filo a piombo posto nello stesso sostegno.

2) Il piano orizzontale dei piatti, di conseguenza, si dispone sempre,quindi anche in fase di oscillazione, perpendicolarmente al supporto, cosa questa, che poteva essere osservata visivamente all'atto pratico della pesatura di un barretta preziosa di metallo eseguita da qualche orafo egizio.

Qualunque sia stata la causa scatenante in Talete, certamente per uno spirito osservatore essenzialmente pratico com'era nella caratteristica filosofica dei Milesi, non sarebbe stato difficile procurarsi una spiegazione più percepibile per soddisfare un'attenta e spiccata curiosità approdata in Egitto, con lo scopo di carpire e importare in Grecia l'antico e rinomato sapere millenario delle grandi Civiltà potamiche.

6. L'IDEA STRUMENTALE SUPERA LE DIFFICOLTA'.

L'unione complementare

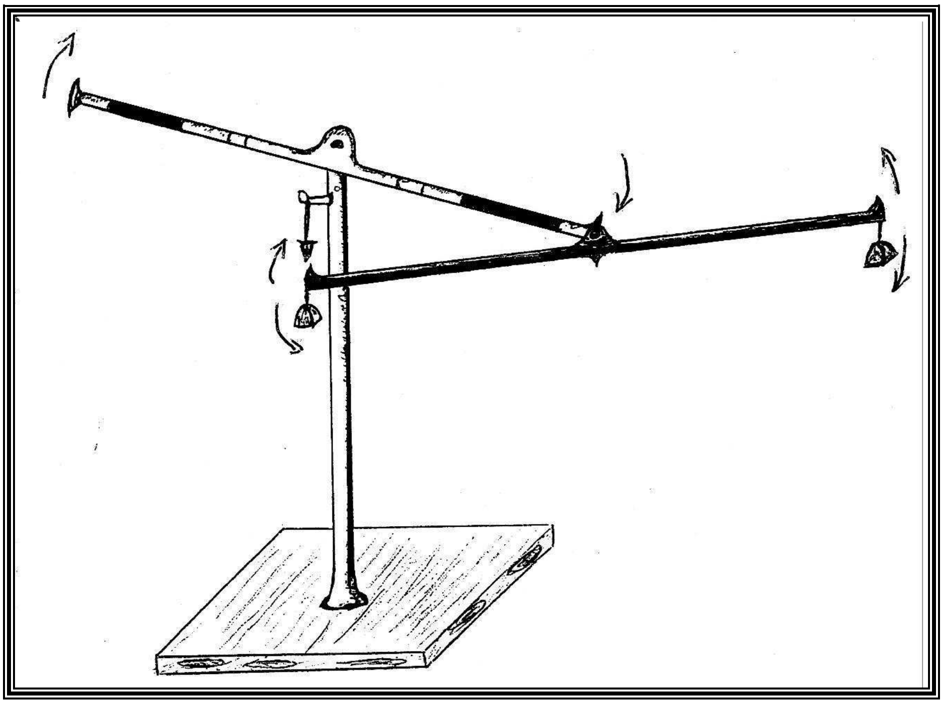

Fig. 1

Se Talete avesse voluto **verificare e dimostrare sperimentalmente queste osservazioni o riflessioni e su questa base va ricercato il**

senso della “dimostrazione” di Talete, (16) bastava che, ad una bilancia a supporto **(makhat)** avesse levato i piatti **(Fig.1)** e al posto di uno di essi (nel perno all’estremità del braccio), avesse applicato una bilancia amano **(iusù)**, avrebbe così realizzato **il prototipo di uno strumento,** dove, sfruttando la verticalità della gravità terrestre, costruiva meccanicamente con l’equilibrio orizzontale e in modo automatico, **l’angolo retto**, **(17)** visibile nel punto d’incrocio tra il supporto verticalizzato dal filo a piombo e il braccio orizzontale della bilancia a mano; non solo, anche uno strumento che realizzava automaticamente, tramite il braccio della bilancia **makhat** come ipotenusa e la porzione superiore del supporto intersecante con la porzione del braccio della bilancia a mano, come cateti, **tutti i possibili angoli retti costruibili nel punto d’intersezione e uguali tra loro ma conseguentemente, tutti i possibili triangoli rettangoli** ottenibili dal movimento dei bracci della bilancia a supporto, partendo dalla posizione orizzontale e inclinandosi verso il basso, per arrivare a quella verticale che collima con il supporto predetto, con un’ampiezza complessiva, pari ad uno stesso angolo retto e, viceversa.

Ciò avrebbe destato un particolare interesse da parte di Talete, sia per il fatto che la geometria degli Egiziani ha evidenziato la “difficoltà” di questi nel problema della perpendicolare, difficoltà che potrebbe essersi così ripercossa in Talete, sia forse in conseguenza del suo metodo per determinare l’altezza delle piramidi (metodo non ben precisato dalle testimonianze pervenuteci).

Vogliamo pertanto avanzare una nostra ipotesi in merito, ed anticipare questa congettura, che è similare per criterio e principi di fondo con quanto andremo ad ipotizzare riguardo al distanziometro ideato da Talete per la determinazione indiretta della distanza di una nave in mare.

7. TALETE ALL’OMBRA DELLE PIRAMIDI.

Alle Pag 16 e 17 di R. Klimpert leggiamo:
”Talete dovette tosto superare in dottrina i suoi maestri e, con gran stupore del re Amasi, misurò l’altezza delle piramidi dalle loro ombre.

In proposito racconta **Plutarco:** “Quantunque egli ti ammiri per altre cose, pure pregia specialmente la misura delle piramidi; perché tu, **senza alcuna fatica o istrumento (18),** ma piantando soltanto **un bastone all’estremo dell’ombra proiettata** dalla piramide, hai dimostrato, per mezzo di due triangoli formati dal **contatto del raggio luminoso**, che la lunghezza di un’ombra ha con quella dell’altra lo stesso rapporto che l’altezza della piramide ha con quella del bastone”. Ma tale procedimento di misura richiede assolutamente la teoria delle proporzioni, che non può supporsi nota a Talete e molto meno agli Egiziani; poiché essa fu il prodotto dei matematici greci posteriori. E perciò, secondo alcuni storici, il racconto di Plutarco ha del romanzesco, e che quanto dice in esso di matematica è giudicato colle cognizioni geometriche di cui poteva disporre uno scrittore dei tempi posteriori.

Può però darsi, che il metodo di Talete si sia in seguito perfezionato nel modo suddetto, e che Plutarco, ciò ignorandolo, lo abbia scambiato con quello originario. Si potrebbe allora prestar fede a **Diogene Learzio**, secondo il quale, rifacendosi ad un passo citato da **Geronimo,** Talete misurava l’ombra della piramide nel momento in cui quella di qualunque altro oggetto era uguale all’altezza di esso; ma il metodo non è affatto sicuro.

E’ probabile che vicino alla piramide si piantasse verticalmente un bastone di altezza nota, sulla cui ombra si potesse, in certo modo, scorgere l’istante opportuno, quando cioè la lunghezza di essa diventava uguale all’altezza del bastone. Per la somiglianza (o similitudine) dei due triangoli, la lunghezza dell’ombra della piramide risultava allora uguale all’altezza di questa. Tale procedimento non è che un’applicazione molto semplice della proprietà principale del triangolo rettangolo isoscele, e richiede così poco acume da farci convinti che non fu un’invenzione di Talete, ma l’antico metodo adoperato dai geometri egiziani per la misura delle altezze**”**.

8. TALETE SCALA LE PIRAMIDI DEI RE

Partendo dal presupposto che **Talete per il suo metodo certamente misurò l'ombra delle piramidi,** ma senza far uso del calcolo della similitudine come esso richiede e avendo sicuramente chiara conoscenza della **"conservazione" della forma delle figure simili (19),** dell'uguaglianza degli angoli, nonché la conoscenza, forse semplicemente intuita, comunque asseverata dalle testimonianze pervenuteci, riguardo al secondo criterio di uguaglianza dei triangoli, allora **possiamo sviluppare un metodo per la misurazione dell'altezza delle piramidi (o degli obelischi), applicabile in qualunque ora del giorno,** quindi in modo generale (katholikòteron), facendo uso degli elementi di cui sopra, che la tradizione e l'analisi storica attribuiscono escogitati e conosciuti da parte di Talete.

Gli arpedonapti di Talete

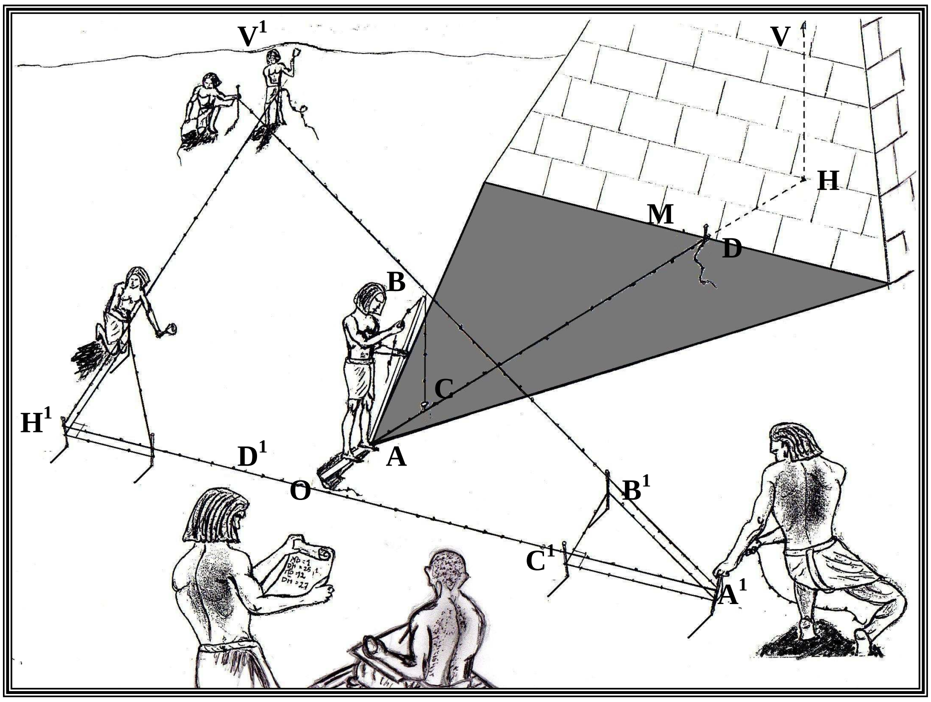

Fig. 2

Infatti**, (Fig.2)** estesa una corda per misurare, sulla direzione **AH**, la lunghezza **AD** dell'ombra proiettata da una piramide e utilizzando efficacemente, come linea direttrice di prolungamento **(postulato II Libro I degli Elementi),** l'ombra compresa tra i punti **OA, (postulato I Libro I degli Elementi),** proiettata da un bastone di altezza nota**,** piantato verticalmente all'estremità o al vertice dell'ombra piramidale medesima **(20)**; facciamo quindi inclinare il bastone in direzione del sole, allineandolo con il vertice della piramide sino all'istante in cui il bastone eclissa quasi totalmente nella zona d'ombra, oppure in modo più preciso, sino all'istante in cui, l'ombra proiettata dallo stesso, per effetto dell'inclinazione, si annulla nel punto **A**; avremo in questo modo, fatto coincidere il bastone **con la linea retta del raggio luminoso, mettendolo in contatto col raggio proiettante il vertice della piramide.**

Collocando e facendo scorrere un filo a piombo all'estremità **B** libera del bastone sino a toccare la corda precedentemente estesa nel punto **C** sopra di essa, si formerà così, sul piano verticale, un triangolo rettangolo **A B C** simile a quello formato dal vertice **V** della piramide col centro della base **H** e l'estremità dell'ombra **A: " A B C** simile al triangolo, **A V H."**

Talete sfida l'inaccessibile.

Detta similitudine è facilmente assimilabile e Talete deve aver idealmente compreso che, disponendo un bastone sufficientemente lungo e inflessibile, tale da poter toccare dal punto **A,** posto all'estremità dell'ombra, il vertice **V** della piramide medesima, il filo a piombo di conseguenza, si sarebbe disposto per una lunghezza pari a quella dell'altezza inaccessibile **VH** della piramide in argomento (come riferimento alla "conservazione della forma di figure simili").
Se quanto detto, sarebbe difficoltoso e impraticabile, diverrebbe accessibile e quindi utile allo scopo, se i triangoli rettangoli formati sul piano verticale, venissero ribaltati di un angolo retto sul piano orizzontale, ovvero il che è lo stesso, venissero ricostruiti fedelmente

sul terreno; ciò è fattibile e implicitamente in virtù del secondo criterio di uguaglianza dei triangoli **(21).**

Il triangolo rettangolo più piccolo, **A B C** ,quello per intenderci formato dal bastone con il filo a piombo e la porzione di corda, poteva essere accuratamente misurato e ricostruito sul terreno: $\mathbf{A^I}$ $\mathbf{B^I}$ $\mathbf{C^I}$; quello più grande e fondamentale per la riuscita dello scopo, **A V H** cioè quello formato dal vertice della piramide con il centro della sua base e l'estremità dell'ombra, poteva essere ricostruito mediante il prolungamento del triangolo più piccolo suddetto $\mathbf{A^I}$ $\mathbf{B^I}$ $\mathbf{C^I}$ e ciò estendendo dal vertice $\mathbf{A^I}$ una corda pari alla lunghezza dell'ombra misurata in precedenza, più metà del lato della base della piramide, quindi successivamente, estendendo due corde contemporaneamente, una partendo ad angolo retto dal punto $\mathbf{H^I}$ l'altra, partendo dal punto $\mathbf{A^I}$ sul prolungamento dell'ipotenusa $\mathbf{A^I}$ $\mathbf{B^I}$ del triangolo rettangolo $\mathbf{A^I}$ $\mathbf{B^I}$ $\mathbf{C^I}$; **(postulato II Libro I degli Elementi),** il punto in cui s'incontrano o s'incrociano le corde $\mathbf{V^I}$, dista così dal punto $\mathbf{H^I}$ per una distanza pari all'altezza inaccessibile della piramide **(postulato V Libro I degli Elementi).**

9. TALETE SULLA CIMA DEI FARAONI.

Nel metodo precedentemente esposto, si aggiunge una grandezza lineare pari alla metà del lato **L/2** della base della piramide, quando il sole si trova allineato col vertice **V** e l'estremità dell'ombra proiettata **A**, sul punto medio **M** del lato alla base della piramide stessa; in tutte le altre ore del giorno,(quindi, in modo generale) si dovrà aggiungere una grandezza che secondo i casi: **varia da un minimo di L/2, ad un massimo di L/2 per la radice quadrata di 2**; detti valori potevano essere calcolati empiricamente dagli egiziani, riportandoli su tabelle in funzione dell'ora del giorno o dell'eccentricità dell'allineamento **SM** rispetto al punto medio **M** del lato della base della piramide, oppure, cosa più probabile e pratica, detti valori potevano essere misurati direttamente durante le stesse operazioni di rilevamento, ovvero con quelle operazioni che oggi indichiamo comunemente col termine di "operazioni di campagna", mediante un procedimento ben preciso che nell'antico Egitto veniva svolto da abili agrimensori o tecnici costruttori, conosciuti col nome di “arpedonapti“ (o tenditori di corda) e secondo noi, svolto nel modo seguente:

La via maestra.

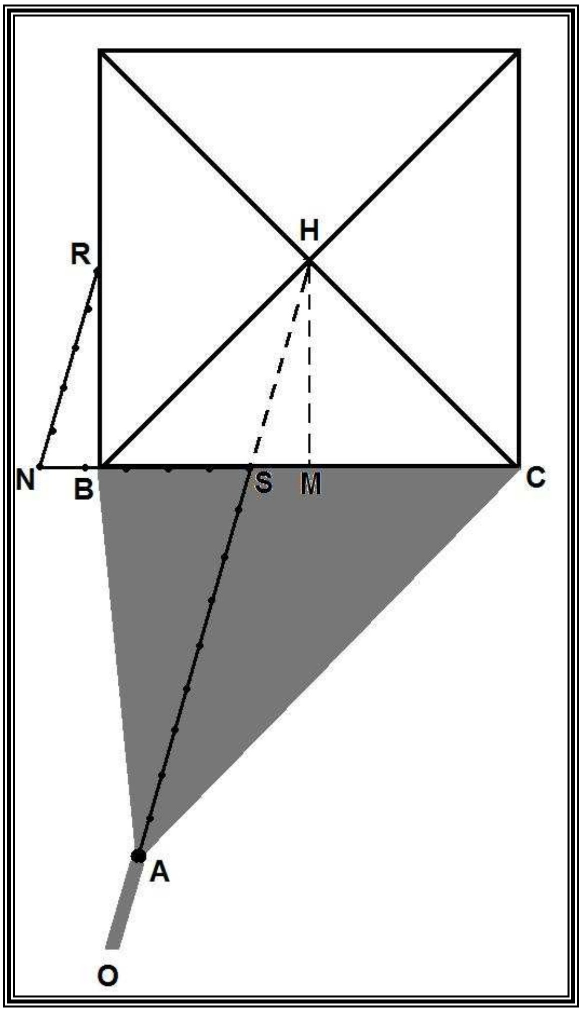

Fig. 3

Siano **ABC** i vertici **(Fig. 3)** della superficie dell'ombra, **M** il punto medio del lato alla base quadrata della piramide, **S** il punto in linea con il sole e il vertice della piramide sulla direzione **OH** dal quale deve essere estesa la corda che si congiunge al punto **A** sul prolungamento **OA.**

L'ultimo ostacolo viene aggirato.

Se **(Fig.3)** dal punto **S** si estende una corda pari alla metà del lato della base della piramide e parallelamente ad essa, cioè pari ad **L/2 = BM = MC = SN**, si giungerà, a seguito di questa misura traslata con la corda, ad un punto esterno **N** la cui distanza dal vertice della stessa base della piramide più vicino, che nel caso in **Fig. 3** coincide con **B**, sarà pari all'eccentricità **MS; MS = NB.**

A rigor di logica, per aggirare l'ostacolo, basta rilevare la grandezza misurabile sul terreno **NR,** dove **R** è il punto medio dell'altro lato della base della piramide; **BR = L/2,** che risulterà pari alla grandezza, **SH = NR** inaccessibile da aggiungere infine, alla lunghezza dell'ombra **AS**, misurata in precedenza: **AS + NR = AH.**

Da questo punto in poi, l'arrivo alla meta è semplice, basta applicare il metodo precedente, esposto in Fig. 2.

La Fig. 3 è vista dall'alto e poteva essere così disegnata e progettata in scala sulla sabbia o sul papiro.

Il metodo di Talete potrebbe apparire laborioso, ma dal punto di vista pratico, risulta invece molto celere.

Inoltre riecheggia col V postulato che determinerà poi le proposizioni n° 27, 28 e 29, del Libro I degli Elementi.

Per una migliore comprensione, consigliamo, il Libro di Attilio Frajese e Lamberto Maccioni, **GLI ELEMENTI DI EUCLIDE, U.T.E.T.,1970.**

Il METODO SI PERFEZIONA CON:

Scelte precise

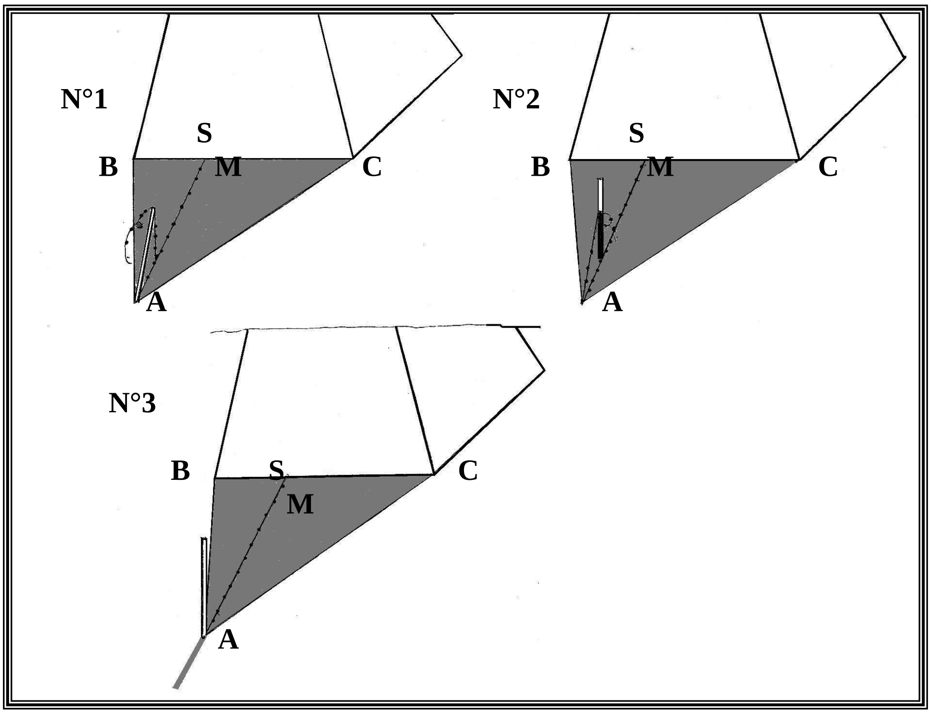

Fig. 4

1) Allo stesso risultato, si giunge se il bastone all'estremità dell'ombra, si dispone in uno qualunque dei tre modi esposti in **Fig. 4**, quello al **punto 3** è il più rapido e preciso dei tre esempi e si integra bene nelle testimonianze storiche, anche se implica una versione che presuppone il concetto di "traslazione" **(22)** che forse, può essersi sviluppato per ultimo, in seguito quale perfezionamento degli altri due modi, che restano pur sempre validi.

Maggiore precisione.

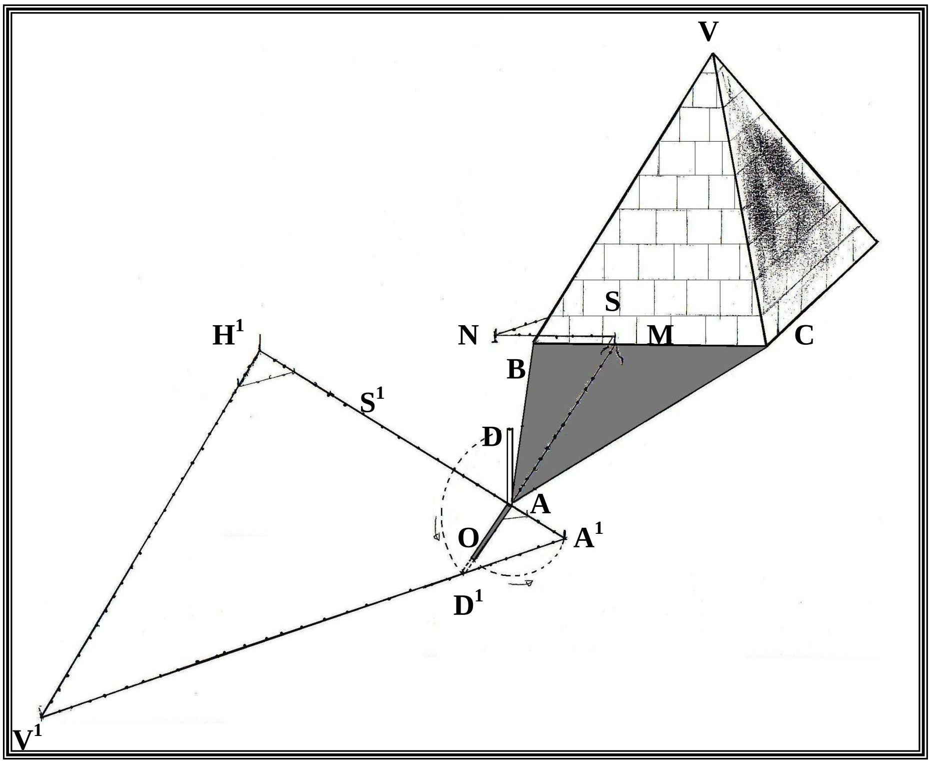

Fig. 5

2) Si può vedere, in linea con le testimonianze, che il calcolo della similitudine è completamente assente nel metodo, inoltre, il caso **al punto 3 di Fig. 4** permette una rapida e maggiore precisione in quanto, il bastone di misura **A D** = **A D^{I}** e l'ombra **A O = A A^{I}**, da esso proiettata, sono grandezze già di per se stesse determinate e quindi, volendo, non più suscettibili di accurata misurazione, ma facilmente traslabili e riproducibili per ribaltamento sul terreno come raggi di un medesimo circolo con centro in **A** (vedere il caso esposto **nella Fig. 5)**; anche la misura **A S = A^{I} S^{I},** si può traslare nello stesso modo indicato, come raggio di un circolo, spostando il centro del punto **A** nel punto **A^{I}** e sovrapponendola sulla direttrice **A^{I} A.**

Maggiore rapidità.

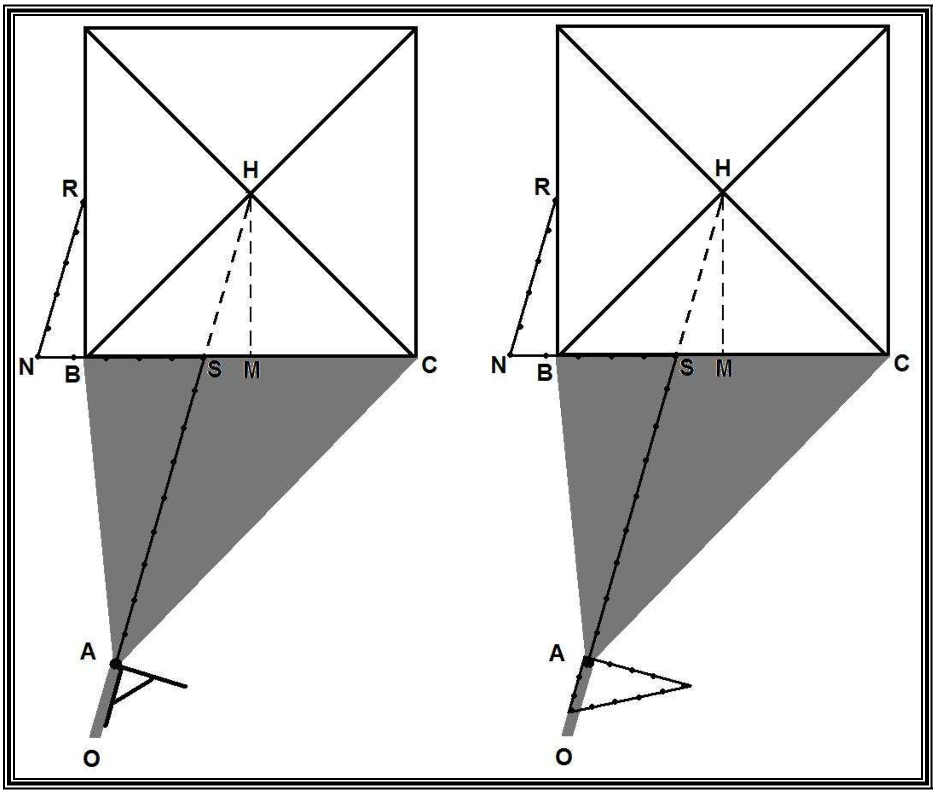

Fig. 6a

3) Addirittura, per sveltire il metodo,**(Fig. 6a)** si potrebbe adagiare sul terreno in coincidenza dell'ombra del bastone e del punto occupato sul terreno dal bastone stesso, il lato di una squadra solida in legno o di una corda costruita con intervalli tra i nodi, seguendo una ben nota regola conosciuta dai geometri Egizi, mediante i numeri: **3, 4 e 5,** accelerando così ulteriormente la procedura del metodo esposto in **Figura 5.**

Tecniche tradizionali.

Fig. 6b

4) Oppure, per prestar fende alla precedente **nota n° 18**, col solo uso del bastone (o della sua altezza nota) fungente da raggio **(Fig. 6b)**, tracciare sul terreno l'incrocio perpendicolare sulla direzione **OS** nel punto **A** facendo uso di un altro metodo degli antichi geometri Egizi: ovvero, mediante il tracciamento di due settori di cerchio con centri arbitrari scelti lungo la linea **OS** e con una equidistanza dal punto **A,** meglio per rapidità se scelta pari alla metà del bastone e, comunque non inferiore alla misura totale del bastone stesso, utilizzata come raggio. Un metodo empirico, dal quale era noto, che i settori tracciati si intersecavano in due punti esterni, perpendicolari al punto **A** posto sulla linea **OS** di riferimento e materialmente determinata.

Riteniamo che questo metodo generale da noi proposto per la determinazione delle altezze inaccessibili di oggetti molto elevati mediante la misurazione dell'ombra da essi proiettata, è molto ben integrato nel contesto culturale dell'epoca in cui visse Talete e nelle testimonianze pervenuteci.

Forse fu proprio in considerazione di tale e probabile metodo, che Talete riconobbe l'efficacia del risultato, nella ricostruzione fedele sul terreno dei triangoli rettangoli e soprattutto, tanto più preciso quanto più precisa risultava la ricostruzione dell'angolo retto degli stessi.

10. IL DISTANZIOMETRO PRENDE FORMA.

Da qui, ritornando allo strumento prototipo citato nelle pagine precedenti e in **Fig. 1**, Talete deve aver intuito, che disponendo di un tale strumento, dove nell'assumere diverse inclinazioni, costruiva automaticamente sul piano verticale, in forma precisa e in ugual modo, tutti gli angoli retti e quindi tutti i possibili triangoli rettangoli, sarebbe risultato utile per applicazioni pratiche nella determinazione delle distanze o grandezze inaccessibili, anche notevoli. **Inoltre riecheggia col IV postulato del Libro I degli Elementi.**

Dette distanze o grandezze erano individuabili dal prolungamento ideale dell'ipotenusa coincidente con il braccio della bilancia a supporto e collimare così tutti i punti esistenti sul piano orizzontale e costruire una certa corrispondenza biunivoca era cosa fattibile, in quanto alla distanza esistente tra il centro della base della bilancia a supporto e il punto collimato, corrispondeva una ben precisa inclinazione del braccio stesso della bilancia **"makhat",** ovvero, una ben precisa posizione sul supporto, del braccio della bilancia a mano **"iusù ".**

Fissando una certa inclinazione del braccio ed effettuando una rotazione completa dello strumento intorno all'asse verticale del supporto della bilancia medesima **(makhat),** si giunge così a collimare tutti i punti equidistanti dal centro del basamento dello strumento, individuando di conseguenza, sul piano orizzontale, un luogo geometrico **(23)** di punti di forma circolare.

11. IL DISTANZIOMETRO PRENDE POSTO.

Talete, deve avere sicuramente intuito che, situando questo strumento sul bordo del parapetto di una torre (o di un punto elevato) prospiciente il mare **(Fig. 7)**, quest'ultimo, ritenuto quale piattaforma o piano orizzontale per eccellenza esistente in natura, si potevano quantificare in grandezza, tutti i punti sulla superficie dell'acqua, rispetto alla base della torre fungente da centro, suddividendo idealmente il mare antistante, in numerosi settori circolari concentrici ognuno corrispondente ad una precisa inclinazione dello strumento, quest'ultima, corrispondeva ad un'altrettanta e ben precisa distanza dalla torre.

Un'intuizione, magari suggeritagli dalla natura stessa, osservando il formarsi di semicerchi concentrici con raggio di propagazione crescente, i quali si ottengono, ogni qual volta si lancia un sasso in prossimità della riva o vicino ai bordi di uno specchio d'acqua naturale.

Non dimentichiamo, che Talete doveva possedere un grande spirito osservatore per poter disporre di una capacità così poliedrica che lo ha reso protagonista costruttivo in molti campi, soprattutto in quelli dove l'osservazione è fondamentale per il raggiungimento dello scopo: l'astronomia terrestre e nautica, l'ingegneria ecc.

Il frazionamento del mare

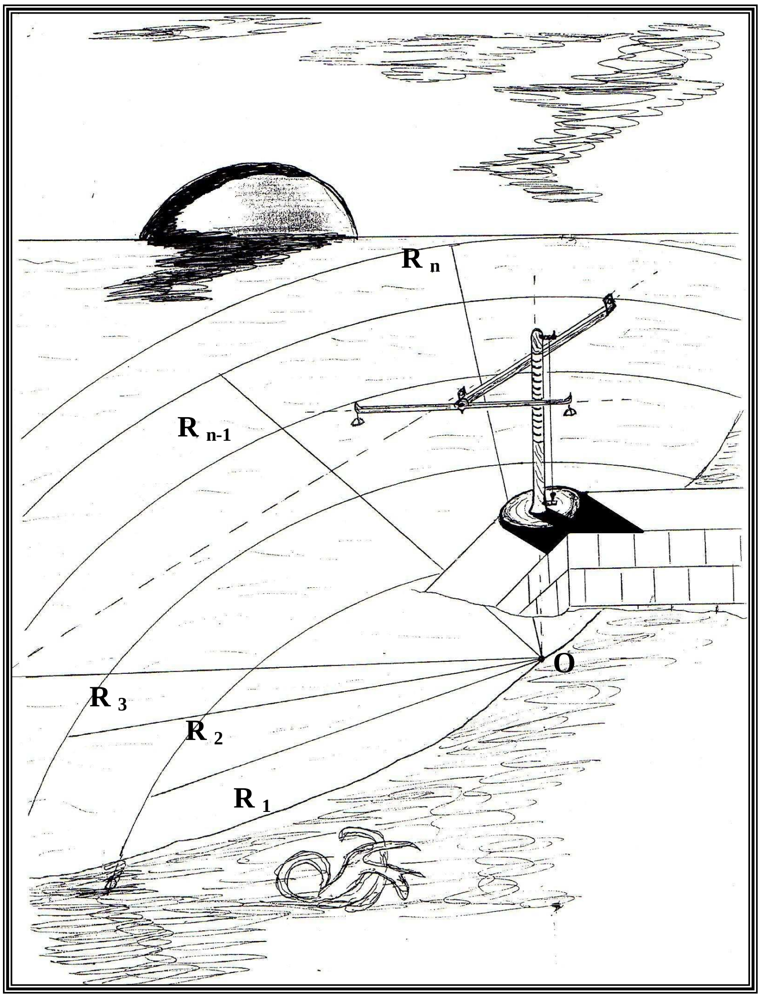

Fig. 7

Con l’aiuto preliminare di canneggiatori o di arpedonapti, si misurava lungo la costa diversi punti in prossimità dell’acqua, scelti con ordine crescente rispetto alla base della torre. Ad ogni grandezza accuratamente misurata, si segnava una tacca nel punto corrispondente sul supporto dello strumento; in virtù del 2° criterio di uguaglianza dei triangoli, si poteva così suddividere il mare antistante, in molteplici settori circolari concentrici, dove i diversi raggi o distanze, erano quantificate dalle corrispondenti tacche incise precedentemente sul supporto e trascritte a parte su papiro.

12. TALETE PRENDE LE DISTANZE.

Poseidone alle spalle di Talete.

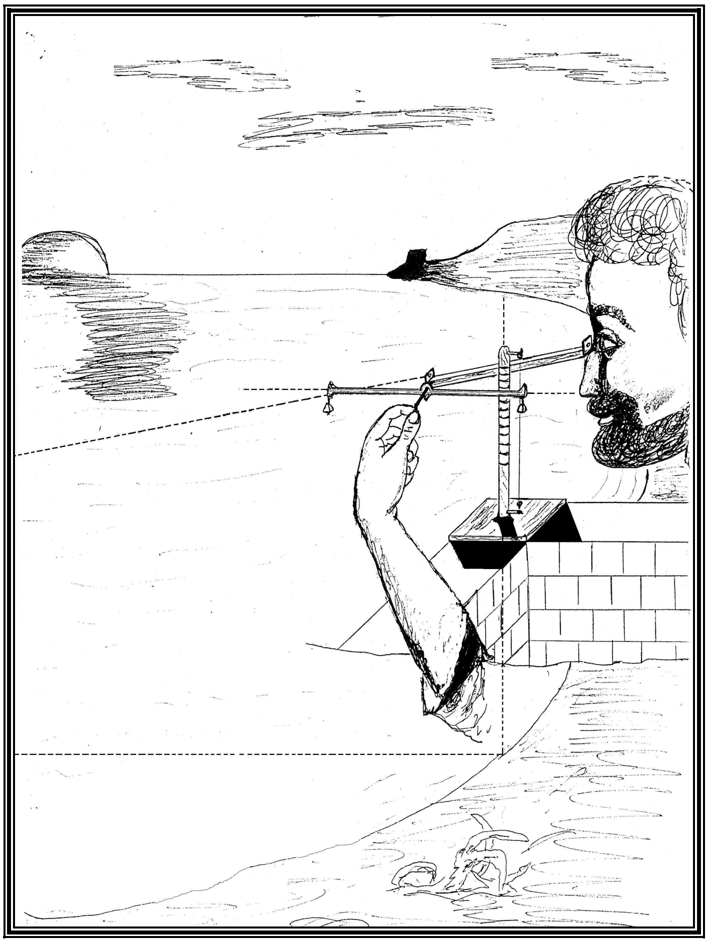

Fig. 8

Pertanto **(Fig. 8),** una nave in mare, in navigazione dentro l'orizzonte, veniva puntata con lo strumento **(24)** e avvistata sotto un certo angolo di inclinazione, la cui distanza era **immediatamente** rilevata dalla posizione che la bilancia a mano **(iusù)** assumeva sul supporto.

Lo strumento si perfeziona e confina l'inaccessibile.

L'antico "canneggiatore" potrebbe aver anche utilizzato una barca come punto di collimazione ideale, per un migliore riferimento ottico dell'osservatore posto sulla torre, allontanandosi da quest'ultima, con intervalli prestabiliti crescenti e regolarmente costanti lungo tutta la costa ed in prossimità del bagnasciuga.

L'osservatore, d'altra parte, con l'ausilio preliminare di una cordicella di bloccaggio per facilitarne l'operazione, segnava sul basamento dello strumento la tacca corrispondente alla distanza facilmente calcolata come: multiplo della misura dell'intervallo base iniziale per il numero degli intervalli prestabiliti e di sosta effettuati, che da quel punto di stazionamento fisso sulla torre, gli permetteva di avvistare, per ogni punto prestabilito, la barca dello stesso "canneggiatore" sotto un'unica e ben precisa inclinazione strumentale.

Pertanto **(Fig. 9)**, una nave avvistata sotto una specifica inclinazione del distanziometro, distava dalla torre alla stessa distanza della barca del canneggiatore, preliminarmente misurata in un punto prestabilito e sotto la stessa specifica inclinazione, segnata sul basamento dello strumento.

Come si può notare, il 2° criterio di uguaglianza dei triangoli **(25)** è necessario per la riuscita del metodo e di fondamentale importanza all'applicazione pratica dello stesso, come del resto espressamente evidenziato nella testimonianza tramandataci**, inoltre il metodo, riecheggia col III postulato del Libro I degli Elementi.**

Talete placa Eolo e accosta le navi.

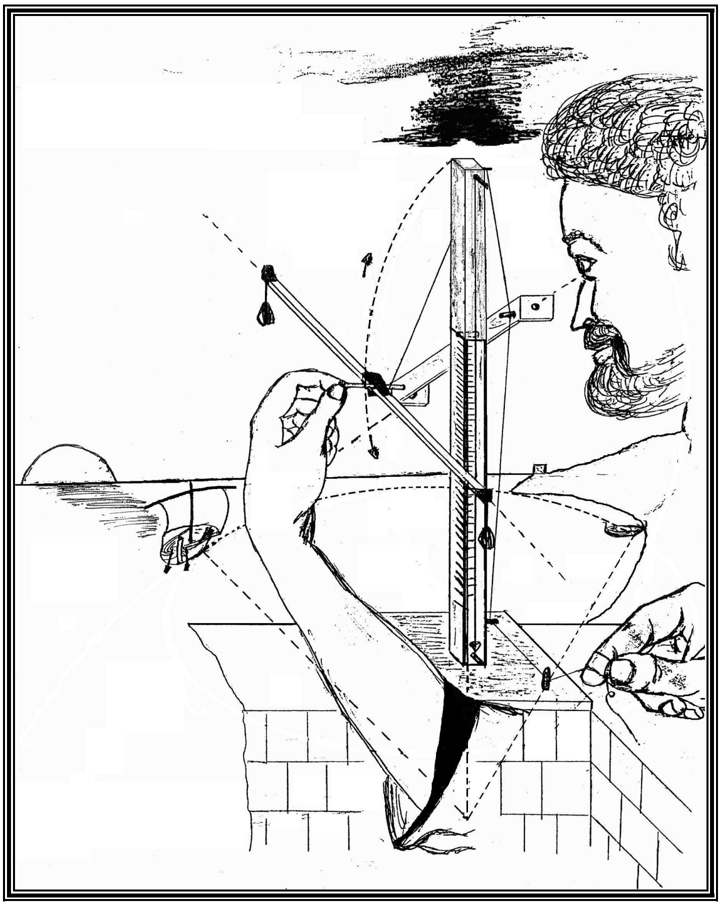

Fig. 9

Più alto era il punto di osservazione, più ampia era la costa e più lontano si poneva l'orizzonte, un confine naturale tra l'inaccessibile commensurabile che diventava "accessibile", con l'inaccessibile incommensurabile, che coincideva con "l'irraggiungibile", un confine variabile all'orizzonte tutto da scoprire.

Detto strumento, considerando l'epoca, per praticità e fedeltà del risultato, non ha nulla da invidiare ai più moderni distanziometri o telemetri oggi conosciuti; forse, più di 500 anni prima di Talete, uno strumento basato sullo stesso principio, era già conosciuto dai Cinesi.

13. L'ANTICA CINA ALL'AVANGUARDIA.

Un vecchio scritto cinese dal titolo "Tscheou-pei" o "Chou-pei" databile intorno al 1200 a. C. circa, ma altri studiosi collocano tale opera nel I secolo a.C. e forse considerato il più antico testo classico di argomento matematico dell'antica Cina. Una datazione intorno al 300 a.C. apparirebbe abbastanza ragionevole e lo metterebbe in stretto rapporto con un altro trattato, il Chiu-chang suan-shu composto verso il 250 a. C **(26)**

Richard. Klimpert, pag 27:
"Le parole "Chou-pei" sembrano fare riferimento all'uso dello gnomone nello studio della traiettoria circolare dei corpi celesti: il libro principalmente di calcoli astronomici anche se include una introduzione sulle proprietà del triangolo rettangolo e all'applicazione di un ignoto strumento multifunzionale chiamato nel testo **"Kuu".** l'opera è redatta nella forma di un dialogo tra un principe e il suo ministro intorno al calendario: relativamente allo strumento, il ministro fa sapere al suo signore che si adopera nei seguenti modi: il kuu-piano serve a fornire l'orizzonte, il yen-kuu a misurare le altezze, il fo-kuu a determinare la profondità, il ngo-kuu a misurare le distanze, l'ho-ku a costruire quadrati, l'hoan-kuu (kuu circolare) a descrivere circoli....... **la scienza deriva dal triangolo rettangolo questo dal kuu . Il kuu insieme ai numeri ecco ciò che guida e regola l'universo.**

Questo dialogo porge un giusto concetto dello stato della matematica nella Cina.

Esso basta per farci sapere che gli antichi cinesi possedevano uno strumento di misura costruito sempre sullo stesso principio**"**.

Lo strumento poteva essere basato sull'incrocio tra linee verticali e orizzontali, ovvero tra bracci di bilance o bilancieri con supporti e bilancieri messi a piombo ma diversamente conformato secondo l'uso cui doveva servire e secondo noi, limitandoci alla determinazione delle grandezze , nei modi seguenti:

Il kuu piano

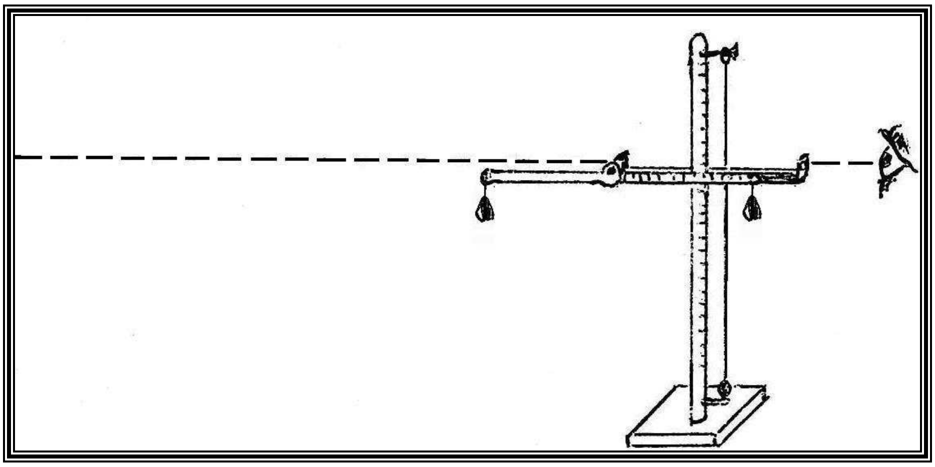

Fig. 10

Infatti **(Fig. 10)**, l'asta oculare allineata parallelamente alla bilancia o bilanciere, fornisce la linea dell'orizzonte, oppure, liberando il bilanciere dall'asta oculare, quest'ultima, si dispone di per se stessa in equilibrio secondo la linea orizzontale.

Per maggiore e logica praticità, i pesi del bilanciere verranno sostituiti con dei contrappesi sferici che garantiscono ugualmente l'equilibrio, risultando soprattutto utili per le varie conformazioni assunte dallo strumento multifunzionale.

Il ngo-kuu

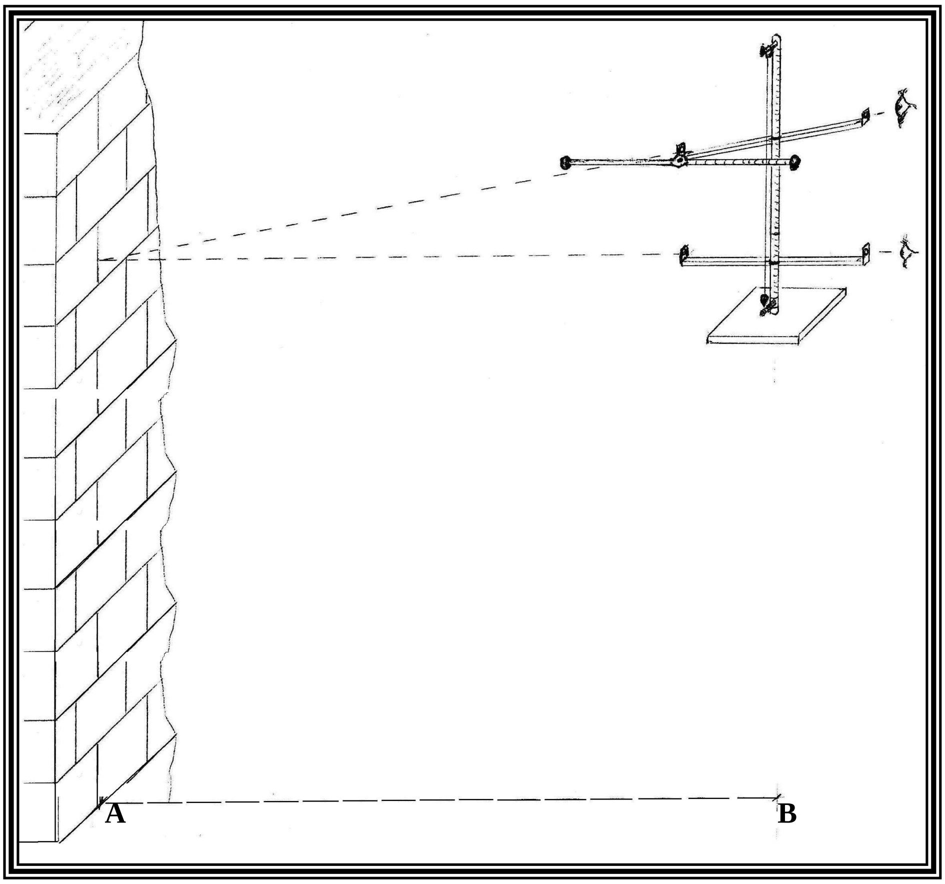

Fig. 11

Con l’asta di puntamento inferiore **(Fig. 11)** posta in equilibrio si individua, sull’oggetto di riferimento, un punto ben preciso da collimare successivamente con l’asta di puntamento superiore; si formeranno così sul piano verticale due triangoli rettangoli simili e con il calcolo della similitudine si otterrà pertanto con facilità la distanza AB desiderata. Supporto e braccio del bilanciere dovevano essere ovviamente graduati.

Il yen-kuu

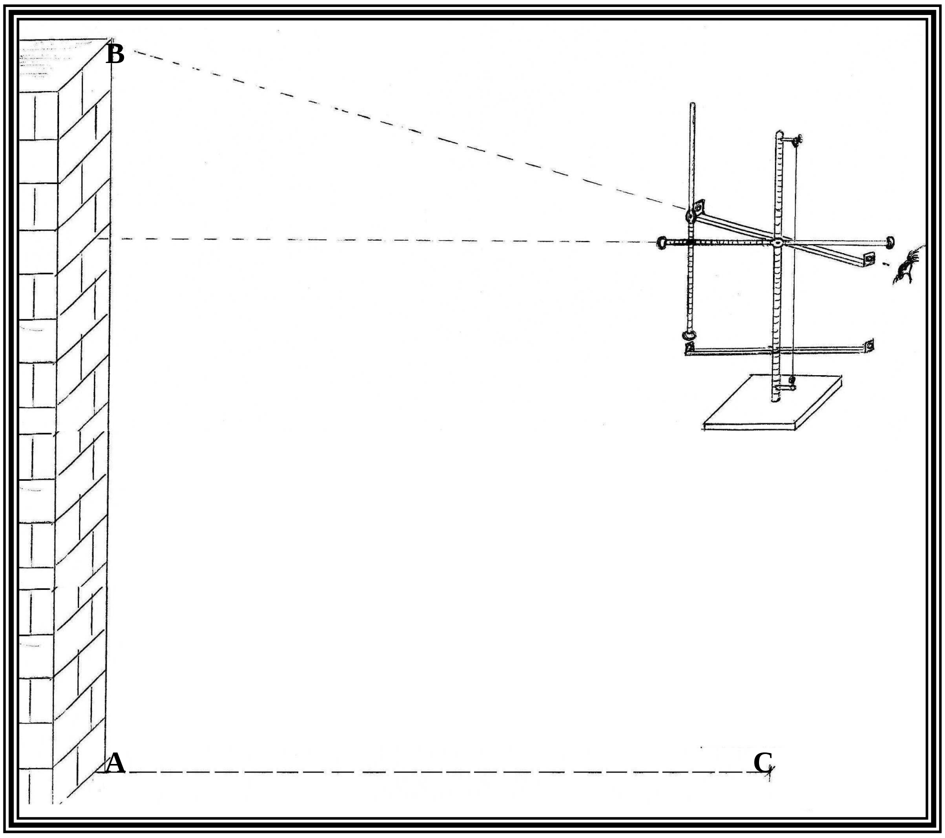

Fig.12

Conformando inizialmente lo strumento al tipo ngo-kuu per determinare preliminarmente la distanza **(Fig. 12)**, si toglie successivamente un contrappeso sferico del bilanciere in modo da verticalizzarlo con il braccio graduato verso il basso, si applica un nuovo bilanciere del punto opposto al perno dell’asta di puntamento superiore di cui si conosce l’altezza da terra e quindi si collima il punto più elevato dell’oggetto di riferimento; con il calcolo della similitudine si otterrà l’altezza AB desiderata:

Il fo-kuu

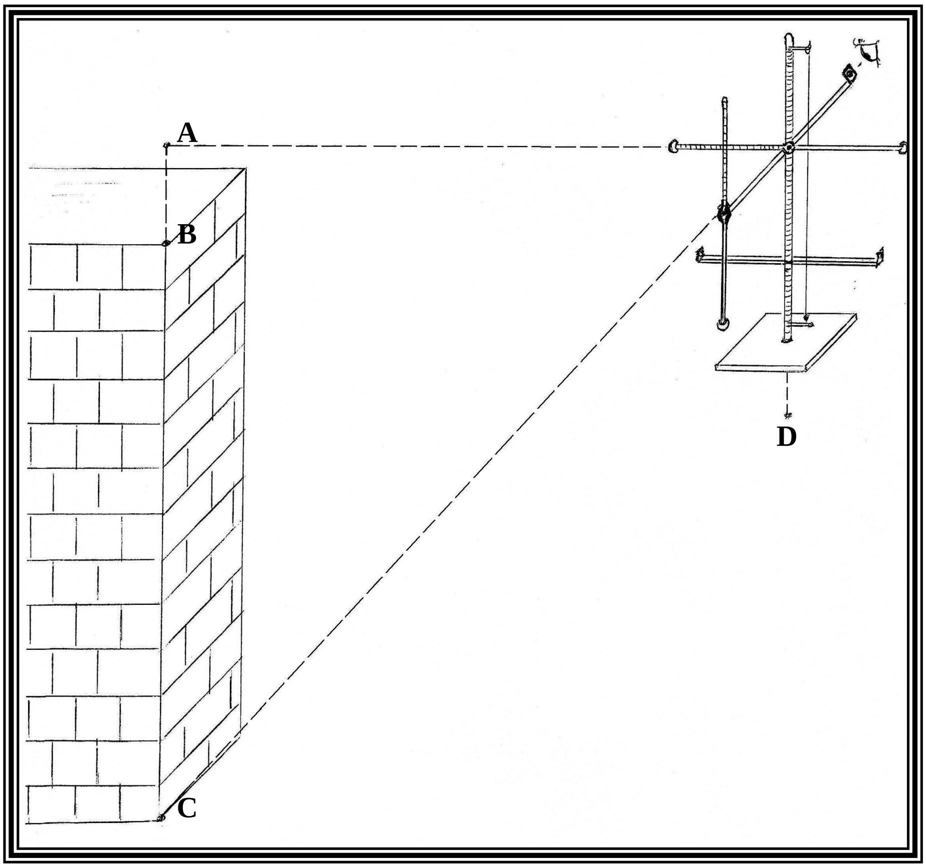

Fig.13

Il fo-kuu rappresenta una versione opposta del yen-kuu, poiché non si fa altro che togliere **(Fig. 13)** l'opposto contrappeso sferico del bilanciere in modo d'avere il braccio graduato verso l'alto e seguire lo stesso procedimento visto per il yen-kuu.

Per determinare lo sviluppo in profondità del muro BC si dovrà puntare l'asta superiore prima in B e poi in C; se si vuole il dislivello DC si sottrarrà alla profondità AC l'altezza dello strumento misurata da terra al perno dell'asta di puntamento superiore.

R. Klimpert, a pag.27 ci fa ancora sapere:
“Da altri passi dello stesso manoscritto si rileva pure che i Cinesi fin dai tempi più remoti eseguivano misurazioni molto somiglianti a quelle trigonometriche**”**.

Si osserva che se Talete avesse conosciuto il calcolo della similitudine come esso richiede, non avrebbe avuto difficoltà a conformare il suo strumento alla determinazione di distanze, altezze e profondità, per punti presi a terra, come fecero i Cinesi, ma in mancanza di ciò, limitò lo strumento, pur in modo originale che ignaro eludeva il calcolo della similitudine, alla sola determinazione delle distanze in mare; distanze, rilevabili solo dalla costa, facendo stazione con lo strumento in punti fissi elevati, prestabiliti e prospicienti il mare medesimo.

Sicuramente, ciò che deve aver maggiormente suscitato meraviglia di Talete presso gli Egizi e i Greci, era la possibilità fattibile dell’uomo, attraverso lo studio e la ricerca dei principi geometrici e la loro applicazione pratica **(27),** di poter misurare e determinare in qualunque momento, **l’inaccessibile e conquistare l’irraggiungibile.**

14. LO STRUMENTO SPIEGA LA GEOMETRIA.

Ma Talete di qui, fece uno studio, se pur rudimentale e primordiale, ma risultato determinante per quel salto qualitativo della geometria che dopo di lui, avrebbe assunto **(28).**
Secondo il nostro parere, lo studio e l’insegnamento della geometria per Talete era basato sulla ricerca di quelle proprietà geometriche che si pongono ad una prima intuizione mentale e, attraverso una verifica pratica-strumentale, dimostrarle mediante percezione visiva, togliendo il dubbio e assicurando così, fin dal principio, il convincimento, applicando quindi un “principio di ragion sufficiente” **(29)**
Noi crediamo e cercheremo di provare che, con la sensibilità del medesimo strumento esaminato, aggiunto da lievi accorgimenti, suggeriti dalla conformazione strumentale per la misurazione del mare

ma sempre basato sullo stesso principio, Talete avrebbe, studiato, spiegato e scoperto quei teoremi geometrici che la tradizione gli attribuisce, quindi attraverso un modo più sensibile (aisthetikòteron); e, come vedremo, sarà un percorso didattico che permetterà inoltre a Talete di arrivare a misurare il cielo, con sbalorditiva precisione.

Due rette che s'intersecano formano angoli opposti uguali.

Partendo dalla quarta testimonianza; per assicurarsi che gli angoli al vertice formati da due rette intersecanti siano uguali, è sufficiente costruire **(Fig. 14)** uno strumento (di fattura analoga a quello già visto in precedenza) con supporto doppio e doppiamente graduato con tacche unitarie **(30)** poste ad intervalli regolari, fino ad uno sviluppo di due retti e ognuna corrispondente ad un preciso numero **(30),** ovvero, ad una precisa inclinazione del braccio della bilancia a supporto, sul quale nelle estremità equidistanti dal fulcro, **si applicano due bilance a mano (o bilancieri).**

Le due rette intersecanti sono rappresentate, materialmente, dal braccio della bilancia e dal suo supporto.

Non dobbiamo dimenticare che nel VI secolo a. C., prima dell'arrivo di Pitagora, linee, punti, superfici erano ancora quelli materiali nel senso vero della parola quindi, ancora manipolabili e con spessore.

Prima di Pitagora l'algebra delle Civiltà potamiche era ancora fatta con mattoni (Ved. Aldo Bonet, Periodico di Matematiche, Mathesis, n° 3 , 2008 da pag 33 e seguenti) e la geometria pratica degli Egizi era sulla stessa forma visiva materiale, le figure erano: corde, ombre, solchi, bastoni a piombo, pali, tronchi, ruote, cunei ecc. e per arrivare ad una migliore raffinatezza, la Grecia dovette attendere Platone.

Certamente, il trasporto su papiro ha facilitato una descrizione meno grossolana della realtà visiva, cosa questa che potrebbe aver stimolato Pitagora, ma la purezza ideale delle forme e degli enti geometrici non si era ancora fatta strada negli Egizi, pertanto l'idea strumentale di rappresentarli o interpretarli, era nello stile, negli usi e abitudini mentali, propri di quel tempo in cui Talete visitò l'Egitto.

Gli opposti sono uguali ?

?

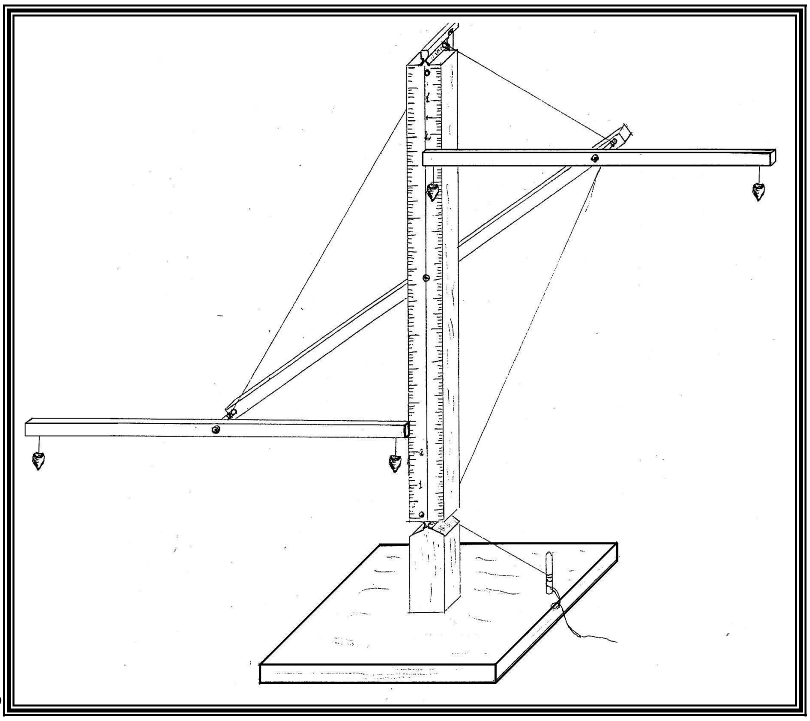

Fig. 14

Infatti, segnando sul supporto le due origini opposte ed equidistanti, una superiore e l'altra inferiore, da cui si aprono i due e rispettivi angoli, si osserva che ad ogni inclinazione o avanzata inflessibile del braccio intorno al fulcro, i rispettivi bilancieri si posizionano su tacche aventi lo stesso numero progressivo; pertanto, gli angoli formatisi per effetto della medesima e reciproca inclinazione **(31),** si può concludere e affermare che sono: "uguali" **(32).** Da questa "dimostrazione" strumentale, ne consegue quella relativa alla bisezione del cerchio, dimezzato dal diametro.

Il diametro biseca il cerchio ?

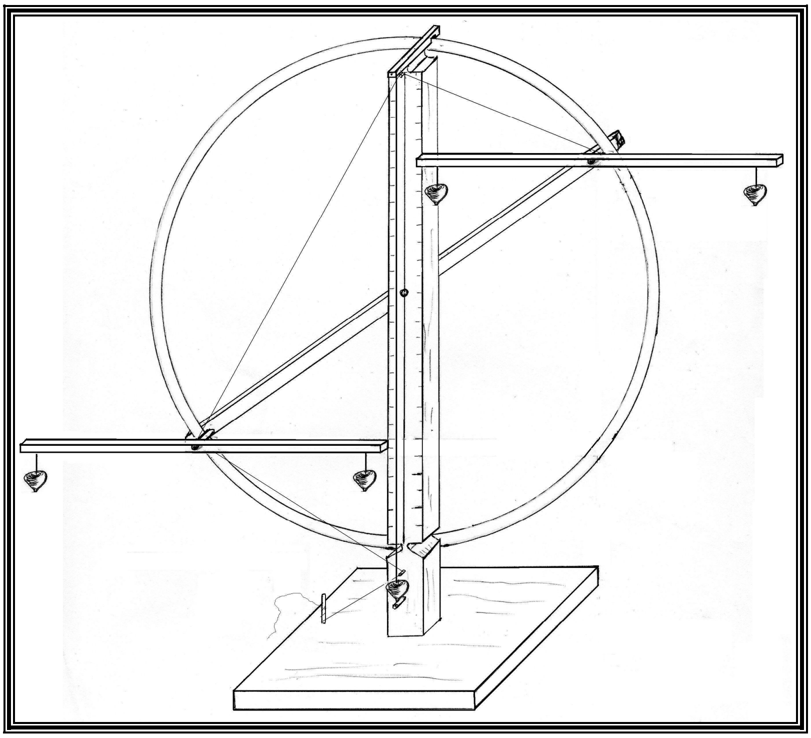

Fig. 15

Difatti **(Fig. 15)**, applicando allo strumento, conformato in precedenza, un circolo con centro nel fulcro della bilancia, si osserva di conseguenza che ad ogni reciproca inclinazione del braccio i due angoli formatisi, uguali ed opposti al vertice, individuano due corrispondenti settori del cerchio uguali ed opposti e così dicasi per conseguenza, dei settori adiacenti e ciò in quanto, a partire da un'inclinazione qualsiasi, **l'inflessibile avanza** del braccio **(33)** (ovvero, il diametro in questo caso), imperniato nel fulcro, attraverso il cerchio, permette di coprire tutti i punti dei due settori circolari adiacenti e diametralmente opposti, formando simultaneamente, durante l'avanzamento del braccio, angoli sempre uguali e opposti,

sino a raggiungere a posizionare simultaneamente i rispettivi bilancieri in corrispondenza delle ultime tacche segnate all'estremità che coincidono con le due opposte origini; se così non fosse, non si rileverebbe né si assisterebbe alla reciproca uguaglianza e simultaneità di cui sopra.
Si conclude che il cerchio è sempre bisecato dal diametro e, quindi, dimezzato, qualunque sia la posizione dello stesso assunta sul cerchio.
Si può notare che l'effetto simultaneo della dimostrazione coincide con l'inflessibile avanzata del braccio lungo i settori del cerchio.

Una seconda (Ved Fig 16) e analoga dimostrazione dinamica della bisezione del cerchio da parte del suo diametro, poteva esser fatta, con gli stessi ragionamenti, escludendo i due bilancieri e utilizzando alle due estremità del diametro, degli appositi indicatori che individuavano sul cerchio le relative tacche progressive e orientate, preliminarmente segnate ad intervalli regolari a partire dalle due opposte origini, superiore e inferiore, coprendo così, l'intera circonferenza del cerchio.

Questo metodo, che avvicina l'angolo ad una connotazione quasi moderna, potrebbe aver suggerito a Talete l'idea, per ottenere quella precisa misurazione angolare del Sole che la tradizione gli attribuisce e avvenuta in tarda età, dopo una probabile maturazione contemplativa dell'angolo, come vedremo, avvenuta gradualmente dall'esperienza sperimentale della sua scienza strumentale.

Il cerchio è sempre bisecato dal diametro.

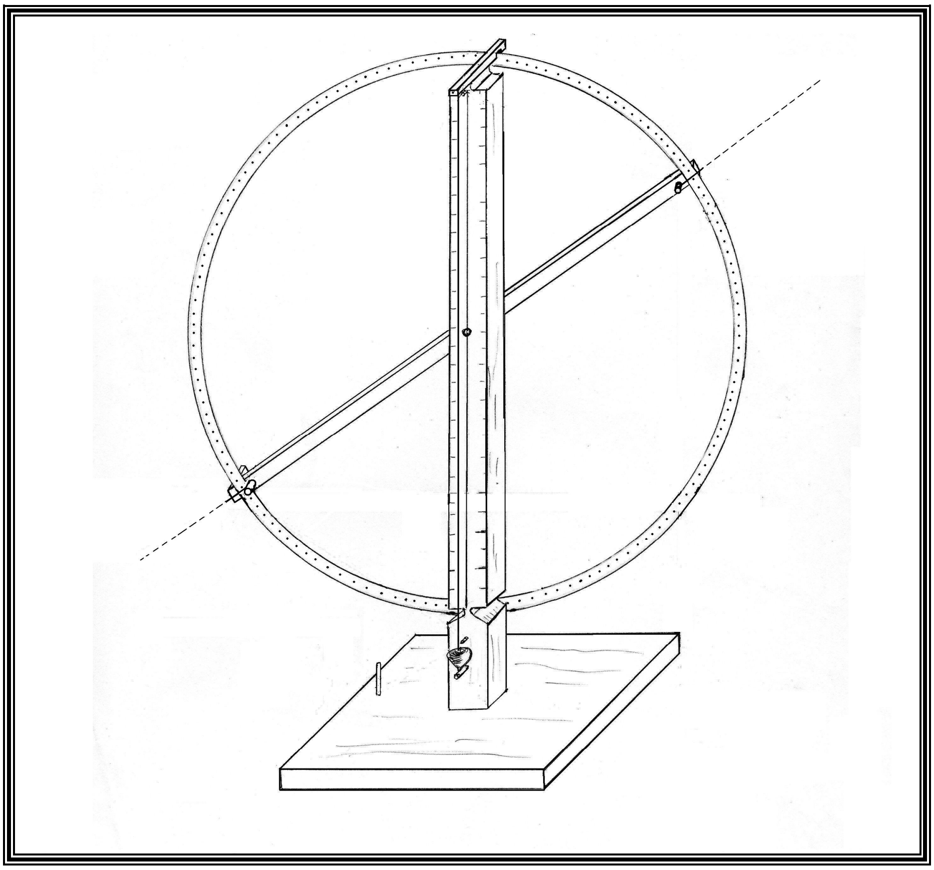

Fig.16

Queste probabili “dimostrazioni” strumentali, se pur non rigorose, erano ragionevolmente sufficienti per destare quel convincimento visivo che forse Talete si proponeva per uno scopo didattico **(34).**

Gli angoli alla base sono uguali ?

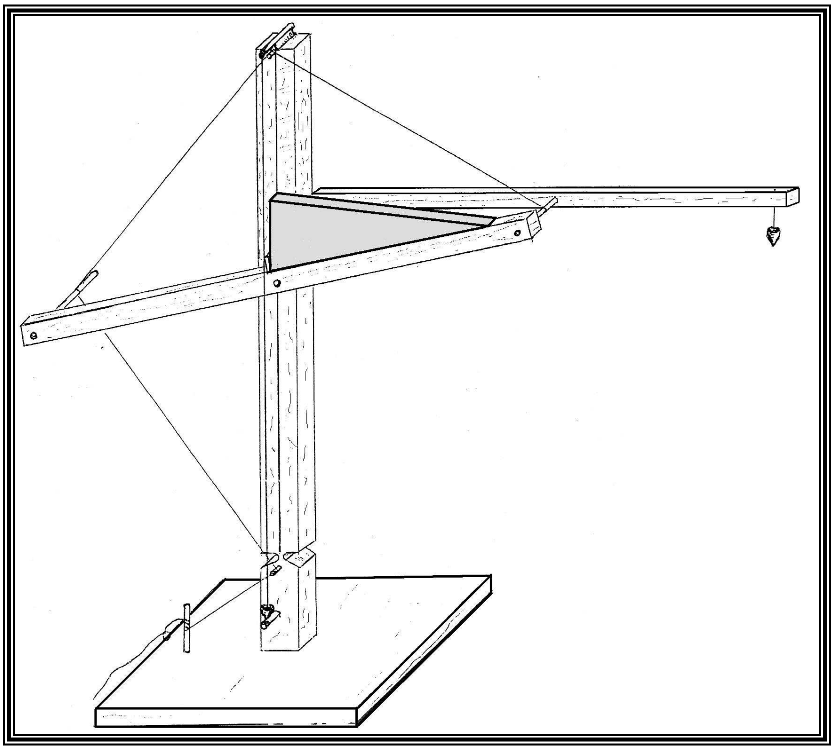

Fig.17

Continuando sulla stessa strada strumentale **(Fig. 17)**, Talete poteva verificare l'esattezza dell'uguaglianza degli angoli alla base di un triangolo isoscele **(35)** e ciò, costruendo accuratamente un triangolo isoscele solido (ad esempio utilizzando un cuneo di legno) e disponendolo sullo strumento. Operando un'apertura angolare orientata e coincidente con un angolo del triangolo, collimando accuratamente la base del triangolo isoscele col filo a piombo dello strumento; se gli angoli alla base sono effettivamente uguali, capovolgendo il triangolo sull'altro lato e ripetendo l'operazione, il bilanciere dello strumento, di conseguenza, deve inevitabilmente disporsi sulla medesima tacca precedentemente rilevata; ciò che effettivamente, nel caso del triangolo isoscele si verifica; oppure, capovolgendo il triangolo isoscele sull'altro lato e lasciando bloccata l'apertura angolare orientata dello strumento, la base deve rimanere perfettamente collimata col filo a piombo, che funge da riferimento ottico. Nel caso del triangolo equilatero, l'uguaglianza avviene sempre per tutti e tre gli angoli, cosa questa, che non avviene invece per il triangolo scaleno. **Anche per questo caso, come per la dimostrazione di Fig. 16, si poteva giungere alle stesse conclusioni escludendo il bilanciere e utilizzando in alternativa, il cerchio graduato.**

15. TALETE SCOPRE I TEOREMI DELLA GEOMETRIA.

L'ultima testimonianza che riguarda Talete è quella relativa all'iscrizione del triangolo rettangolo in un semicerchio.

Questo teorema sembra essere stato riguardato come il più notevole dei lavori geometrici di Talete e, non vien fatto accenno ad alcuna dimostrazione in merito, tanto da assumere l'aspetto di una scoperta vera e propria e pertanto inattesa.

In un semicerchio, il triangolo inscritto è sempre rettangolo!

Ciò può essere accaduto a seguito di un fatto fortuito e, in termini probabilistici facilmente verificabile, rispetto l'uso frequente e notevole che Talete avrebbe eventualmente compiuto con il suddetto strumento; per poter vedere attentamente le letture (o le tacche) sul supporto, per analizzare bene e con cura i risultati o i teoremi precedenti, quindi, per poterli spiegare ad altri, Talete doveva necessariamente bloccare, in qualche modo, il braccio principale dello strumento reso instabile dai bilancieri e ciò, come unica possibile e rapida soluzione **(Fig. 9, 14, 15, 17)**, mediante uno spago o cordicella da legare al perno o fulcro di un bilanciere e facendo passare la stessa cordicella, avvolgendolo con un giro completo, nell'altro apposito fulcro del secondo bilanciere, sino a giungere in un punto fisso del basamento dello strumento, per effettuarne il bloccaggio.

E’ interessante notare, che per ottenere un utilizzo ottimale dello strumento, il punto superiore per il quale la cordicella deve passare, deve essere pari alla metà del braccio principale,ovvero, pari alla metà del diametro, quindi, coincidente con un punto della circonferenza del cerchio applicato, formando così con il braccio principale un triangolo iscritto nel semicerchio **(Fig. 18)**.

Il filo a piombo è disposto lungo l’asse verticale del supporto in modo da fungere anche come riferimento ottico di collimazione dei lati per lo studio delle figure geometriche (rivedere precedente **Fig. 17**).

Forse la contemplazione delle figure che si potevano scorgere sullo strumento, forse l’attrazione stessa verso questa scienza strumentale, avrebbero giocato un ruolo determinante nell’esercitare, su Talete e sui suoi allievi, quello stimolo che ha facilitato una fortunata estrapolazione delle proprietà geometriche che si celavano dentro lo stesso strumento o dentro le figure geometriche spiegate dallo stesso e che aspettava solo di essere più studiato, osservato e manipolato dall’uomo, per far fuoriuscire il meglio dei notevoli teoremi geometrici in esso contenuti.

Questa scienza strumentale, riteniamo che sia un’ipotesi ben integrata, non solo nel contesto storico, geografico e culturale in cui visse Talete, ma soprattutto con le materie di ricerca a Lui attribuite: L’astronomia terrestre e nautica, sui solstizi e gli equinozi, l’osservazione degli eventi naturali, la misurazione indiretta delle distanze, l’ossessione per la misura minuziosa degli elementi della natura, tutte materie per le quali, lo strumento di rilevazione, di misura e di osservazione è fondamentale, indispensabile e basilare.

Una perpendicolare inclinazione.

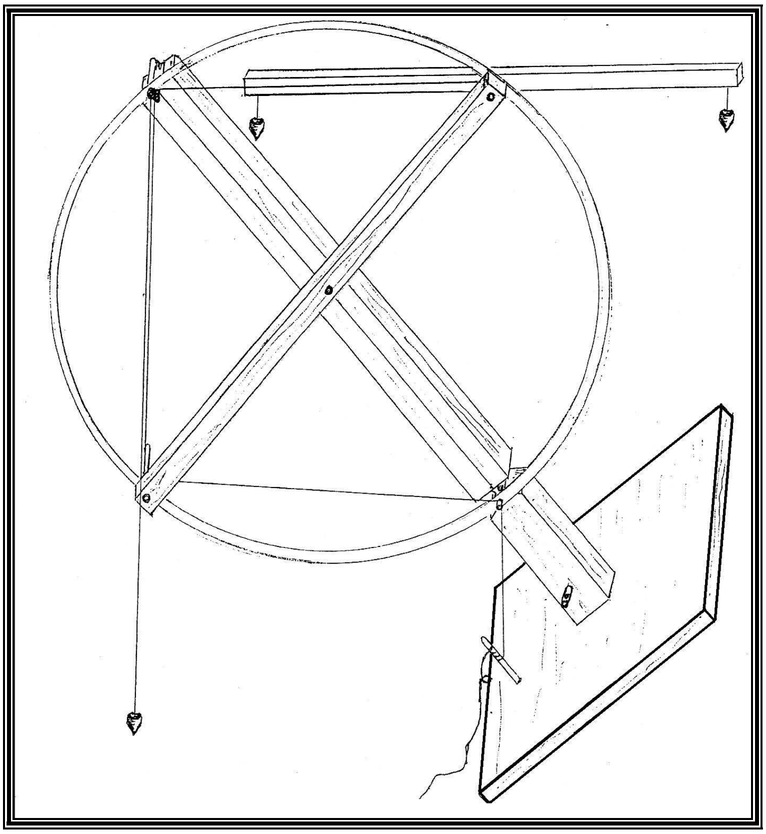

Fig. 18

Evidentemente, se Talete avesse inclinato **(Fig. 18)** casualmente lo strumento, fino a collimare con il filo a piombo un lato di questo triangolo formato dalla cordicella, di conseguenza avrebbe osservato che il bilanciere opposto si sarebbe automaticamente orientato e allineato in perfetta collimazione con l'altro lato del triangolo; ma l'incrocio del bilanciere con il filo a piombo era chiaro che determinava sempre un angolo retto e ciò Talete lo poteva verificare con qualunque inclinazione prefissata del braccio principale fungente, in questo caso, da diametro e coincidente con l'ipotenusa del triangolo rettangolo inscritto.

Una dinamica scoperta.

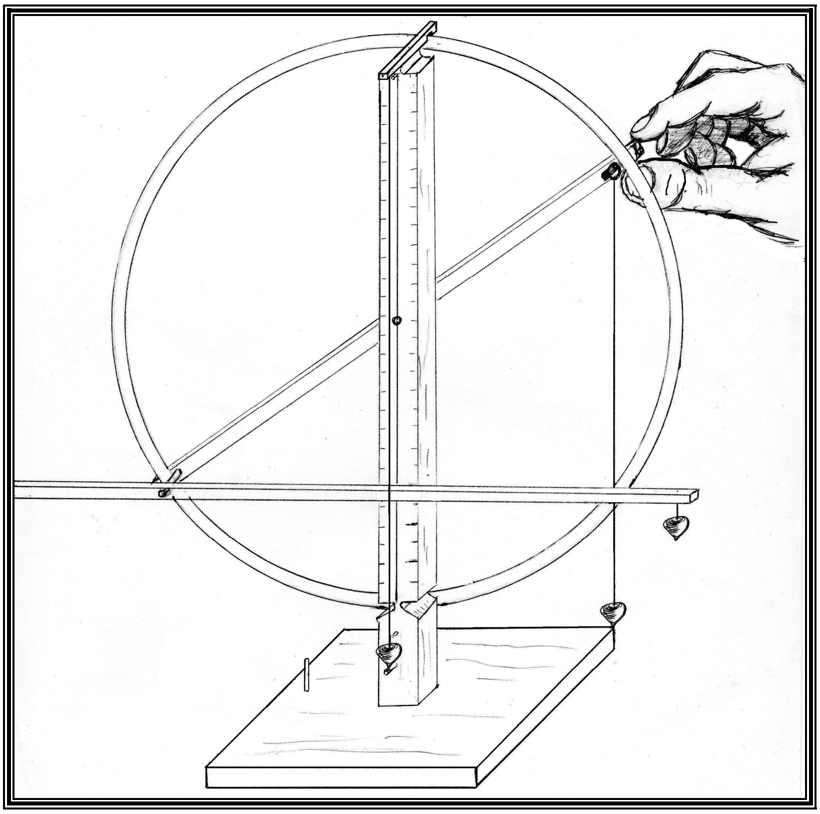

Fig. 19

Nel caso che il bloccaggio dello strumento fosse avvenuto in modo del tutto diverso e semplicemente nel modo più naturale e spontaneo, mediante l'ausilio delle sole mani **(Fig. 19)**, Talete avrebbe potuto giungere ugualmente alla stessa scoperta del teorema precedente e forse in modo ancor più percepibile ma a seguito sempre, di un fatto fortuito, ovvero: applicando casualmente nel fulcro al posto di un bilanciere ubicato ad una estremità del braccio principale, un filo a piombo, Talete avrebbe notato che questo, costruiva automaticamente un angolo retto nel punto d'intersezione con il bilanciere rimanente, (più allungato dei precedenti) e visibile sul punto periferico della circonferenza intersecante col cerchio, quindi , un triangolo rettangolo inscritto nel semicerchio e ciò lo avrebbe potuto verificare liberamente **in modo dinamico** col braccio fungente da "diametro" e coincidente con "l'ipotenusa", per tutte le diverse inclinazioni possibili e orientate dentro un angolo retto.. **(Rivedere nota complementare n°8).**

16. L'ARCHE' DELLA GEOMETRIA E DELLA FILOSOFIA.

La conclusione, sarebbe stata pertanto così sbalorditiva quanto sconosciuta e inattesa, che Talete fece di questo suo teorema l'eco più notevole riguardando forse lo strumento come una specie di **"archè"** della geometria in cui, si spiegavano ma si celavano anche, ignote e inaspettate proposizioni geometriche…..il passo unitario, verso il principio primo che sorregge il mondo, era ormai prossimo…..dopo l'eclisse di sole che Talete predisse o meglio, come vedremo in seguito, capì forse meccanicamente tramite lo strumento stesso e, dopo la misurazione dei cieli, non più esclusiva del dio Thot, fu questo "passo", quello "dell'archè", della ricerca unitaria di tutte le cose, il raggio di luce che segnò per l'uomo, lo svincolo più importante dal buio mondo mitologico in cui era immerso per spiegare l'esistenza degli elementi a quello più luminoso e razionale che lo ha condotto verso la ricerca per una spiegazione più scientifica dell'universo circostante.

È forse possibile che Talete, considerando le proposizioni geometriche, quindi il mondo dell'inaccessibile, (forse anche quello sconosciuto delle forze naturali invisibili: vento, tuono, magnetismo) ma anche quello più sconosciuto del cosmo irraggiungibile, come un "divenire" di teoremi generati, spiegati e raggiunti da un'unica causa o principio e cioè: "l'equilibrio" questa forma osservabile mediante quello strumento "magico" e simmetrico, che è appunto la bilancia, non più ora, soltanto un'invenzione del dio Thot; questo mezzo strumentale che determina sempre, l’orizzonte perpendicolarmente alla misteriosa forza di gravità e che in natura è solo ravvisabile per analogia, nei liquidi e quindi nell’acqua, tutto questo potrebbe aver condizionato, nel filosofo di Mileto, una causa unitaria per un principio primo, postulandolo per una spiegazione filosofica unitaria del mondo universale che ci circonda, influenzando in questo modo gli studi filosofici e gli studiosi futuri e solo per citarne alcuni: i filosofi discepoli di Mileto, Anassimandro (611 – 547 a.C.) e Anassimene (nato verso il 570 a.C.) , Aristotele (384-322 a.C.) nonché studiosi come Pitagora (580 – 500 a. C.) e Aristarco di Samo (310 – 230 a.C.), Archimede di Siracusa (287 – 212 a.C.) ed Eratostene di Alessandria (276 – 194 a.C.).

Una scoperta graduale decisamente importante.

La scoperta del teorema dell’iscrizione del triangolo rettangolo nel semicerchio, citato in precedenza, poteva probabilmente essere così avvenuta indipendentemente dalla conoscenza o meno, da parte di Talete, della somma degli angoli interni di un triangolo qualsiasi.

Non si esclude, che quest’ultima conoscenza, di grande importanza per il futuro della geometria, poteva essere probabilmente avvenuta da parte di Talete o dai sui allievi in modo indipendente e mediante lo stesso strumento; uno studio, come vedremo, che porterà un risvolto innovativo anche per un nuovo metodo di osservazione del cosmo.

Così come **Eutocio** scriveva: “...... come gli antichi geometri dimostrarono il teorema dei due retti per ogni tipo di triangolo.... “ **(si riveda nota complementare n° 11**). Ciò ci appare maggiormente verosimile e, forse questi antichi geometri che erano stati allievi di Talete, quindi attirati dal suo insegnamento e dalla potenzialità di questo strumento polivalente o multifunzionale, avrebbero potuto fare ulteriori esperimenti sulla base dei principi indicati dal maestro.

Così avrebbero potuto scoprire con un primo metodo d’indagine che, (Rivedere Fig. 17) disponendo in ordine, diversi triangoli solidi sullo strumento: equilatero, isoscele, scaleno e sommando le relative tacche corrispondenti per ogni angolo rilevato, a partire da un’ampiezza angolare con apertura iniziale e indifferentemente da una qualsiasi delle due opposte origini, la somma totale sarebbe sempre risultata diversa e inferiore al numero complessivo delle tacche incise e predisposte regolarmente sul supporto, il cui sviluppo strumentale di quest’ultimo, sapevano esser pari, a due retti.

Con un secondo metodo d’indagine alternativo, avrebbero potuto scoprire invece, che la **somma degli angoli interni dei diversi triangoli risultava, non più inferiore ma sempre pari al numero complessivo delle tacche incise sul supporto e quindi, pari a due retti,** e ciò potrebbe essere avvenuto, mediante lo stesso strumento ma nel seguente modo:

Anziché fare la somma delle relative tacche parziali, per ogni angolo rilevato individualmente, avrebbero potuto lasciare in senso orario (o antiorario), la prima apertura angolare dello strumento come punto di partenza o d’inizio orientato, per uno sviluppo supplementare in ampiezza mediante le due successive aperture angolari che si sarebbero aggiunte in forma consecutiva con quella iniziale e osservando che, l’apertura complessiva finale della tripletta angolare, raggiunge sempre col bilanciere l’ultima tacca incisa o segnata in fondo al supporto e vicino al basamento dello strumento, scoprendo in questo modo, che lo sviluppo orario (o antiorario) dell’ampiezza angolare totale **è sempre pari a due retti, per ogni tipo di triangolo osservato**…... ciò sarebbe dovuto avvenire gradualmente e per qualunque tipo di triangolo solido considerato: **equilatero, isoscele e scaleno**.

Questa curiosa discordanza empirica, dovrebbe aver attirato l’attenzione di Talete o della sua scuola che gli avrebbe spinti a studiare e trovare la semplice ragione di fondo che stava alla base di questa differenza dati e probabilmente con la spiegazione seguente, che sarebbe servita all’astronomo Talete, per quanto vedremo in seguito, come riflessione mirata ad un’applicazione precisa della misura angolare del Sole.

Nella **Figura N° 20** seguente, allo strumento è stato aggiunto il cerchio, come già visto per gli scopi didattici, nelle precedenti figure .

Prendiamo quindi in esame, per semplificarci il compito, un triangolo equilatero solido con uno sviluppo angolare antiorario nelle tre aperture angolari consecutive e che andranno ad interessare il semicerchio sinistro dello strumento e poi, un triangolo isoscele solido con uno sviluppo orario nelle tre aperture angolari consecutive, che andranno invece per nostra comodità, ad interessare il semicerchio destro, così come in Fig. 20.

Iniziamo col triangolo equilatero e con la rilevazione degli angoli orientati in ordine consecutivo, ovvero della tripletta angolare: 1, 2, 3 pari a 60° ciascuno (Ved. Semicerchio sinistro Fig.20) ,dove **a** rappresenta l'eguale corda geometrica di ogni angolo del triangolo equilatero mentre: **a', a", a"'** rappresentano le rispettive proiezioni della corda geometrica sul supporto dello strumento, proiettate dal bilanciere, in base all'inclinazione assunta nello sviluppo orientato e consecutivo dalla corda stessa; dopo queste rilevazioni, si osserva che:
a' = a"'< a"; 3 a' = 3 a"'< a'+ a"+ a"' = 2 retti.
Ovvero la sommatoria di ogni angolo orientato e rilevato singolarmente è minore della sommatoria consecutiva della tripletta angolare orientata e rilevata nell'intero sviluppo, la quale risulta sempre pari, a due retti

Il triangolo isoscele con angoli orientati in ordine consecutivo, ovvero della tripletta angolare: 4, 5, pari a 75° ciascuno e 6, pari a 30°, ma l'esperimento è valido per qualsiasi tripletta angolare prescelta e con un qualsiasi ordine numerico o combinatorio (Ved. Semicerchio destro Fig.20), dove **b** rappresenta le due uguali corde geometriche degli angoli alla base e **c** la corda geometrica dell'angolo al vertice del triangolo isoscele mentre: **b', b", c'** rappresentano le rispettive proiezioni delle rispettive corde sul supporto dello strumento, proiettate dal bilanciere, in base all'inclinazione assunta nello sviluppo orientato e consecutivo dalla corda stessa; dopo tali rilevazioni si osserva:
b"> b'> c'; 2 b'+ c' < b'+ b"+ c' = 2 retti.

La somma interna degli angoli di un triangolo è pari a due retti ?

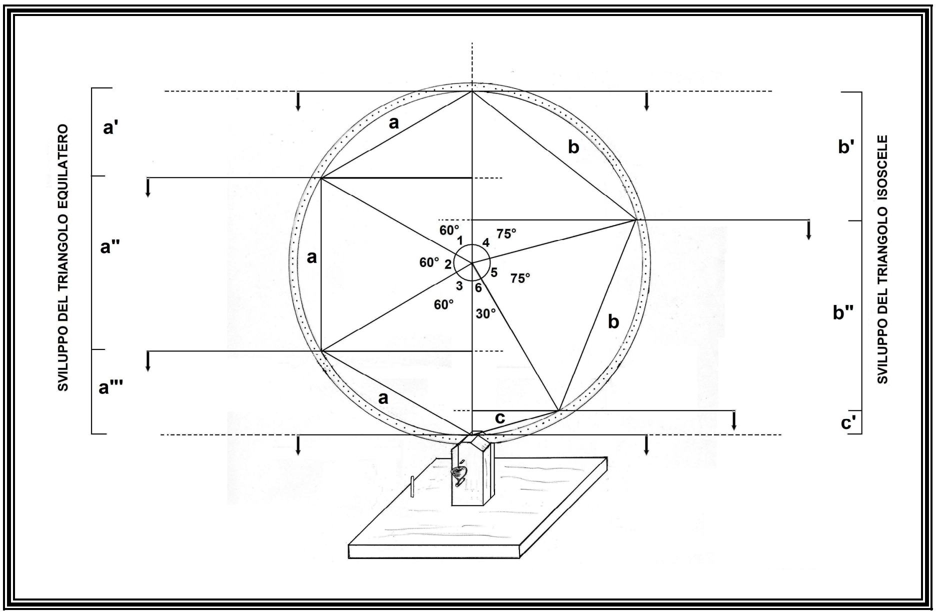

Fig.20

Ovvero, si può concludere che: la sommatoria di ogni angolo orientato e rilevato singolarmente, è minore della sommatoria consecutiva della tripletta angolare orientata e rilevata nel suo intero sviluppo, **la quale risulta sempre pari, a due retti**

Si nota immediatamente che la causa della discordanza empirica è dovuta all'inclinazione variabile fatta dalla corda geometrica di ogni singolo angolo orientato sul cerchio, rispetto al supporto strumentale e sul quale la stessa, viene proiettata dai bilancieri come un cateto dell'ipotenusa oppure, come un lato del quadrilatero, in base all'inclinazione assunta dalla corda geometrica stessa nello sviluppo angolare orientato.

Risulta chiaro allora, che la somma strumentale degli angoli interni di un triangolo, **è sempre pari a due retti,** ma solo se si considera la tripletta angolare, non come sommatoria parziale e individuale di ogni singolo angolo orientato e misurato sul supporto, ma come sommatoria complessiva dello sviluppo angolare orientato e consecutivo della tripletta stessa; tanto più evidente e in concordanza dati, quanto più l'ampiezza dell'angolo si svincolerà dai bilancieri e assumerà quella connotazione evolutiva, forse passata prima per la corda geometrica sottesa dall'arco, pari ad una forma angolare definitiva individuata correttamente, come settore di un circolo di raggio unitario.

Dallo stesso **Enopide di Chio,** che visse intorno al 470 a.C. (contemporaneo di Eudosso e di Archita) sappiamo che riuscì, mediante riga e compasso, a risolvere il problema di condurre la perpendicolare ad una retta data, da un punto fuori di essa e ciò considerandola come una retta condotta dal centro del circolo al punto medio della corda; questa forma più astratta e intellettuale del problema poteva essere stata suggerita ad Enopide, poiché da altri, è stata forse scoperta in forma più rudimentale con l'ausilio dello stesso strumento di Talete **(36)** e ciò misurando accuratamente l'ampiezza tra i rispettivi fili a piombo, perpendicolari al braccio del bilanciere appositamente graduato e fungenti da riferimento ottico di lettura.

L'ampiezza, rappresenta in questo caso, **la corda (Fig.21)** idealmente sottesa dall'arco del circolo sottostante e si può osservare, che il punto d'intersezione col filo a piombo del supporto dello strumento, corrisponde sempre al valore medio dell'ampiezza rilevata sul braccio del bilanciere stesso e questo avviene, in modo dinamico, qualunque sia l'inclinazione orientata, sia in senso orario o antiorario. Di qui, forse, la gioia di Platone nei riguardi di Enopide, proprio per aver saputo svincolare l'ingegnosa ricerca strumentale introdotta dal maestro Talete, efficace didatticamente ma da considerarsi ormai superata sia per le imperfezioni intrinseche ed estrinseche, sia per quelle discordanze empiriche emerse, dimostrando così che la strada, le scoperte e l'insegnamento della geometria potevano anche proseguire verso una forma più sicura, elegante, precisa e intellettuale, quella che era poi nelle prospettive e aspirazioni proprie di Platone, il legittimo erede della filosofia pitagorica nonché dell'età eroica dell'antica Grecia, condottiero ispiratore di quella grande avventura Ateniese che, attraverso la sua Accademia, ha garantito il futuro della moderna matematica .

Platone congeda il Maestro

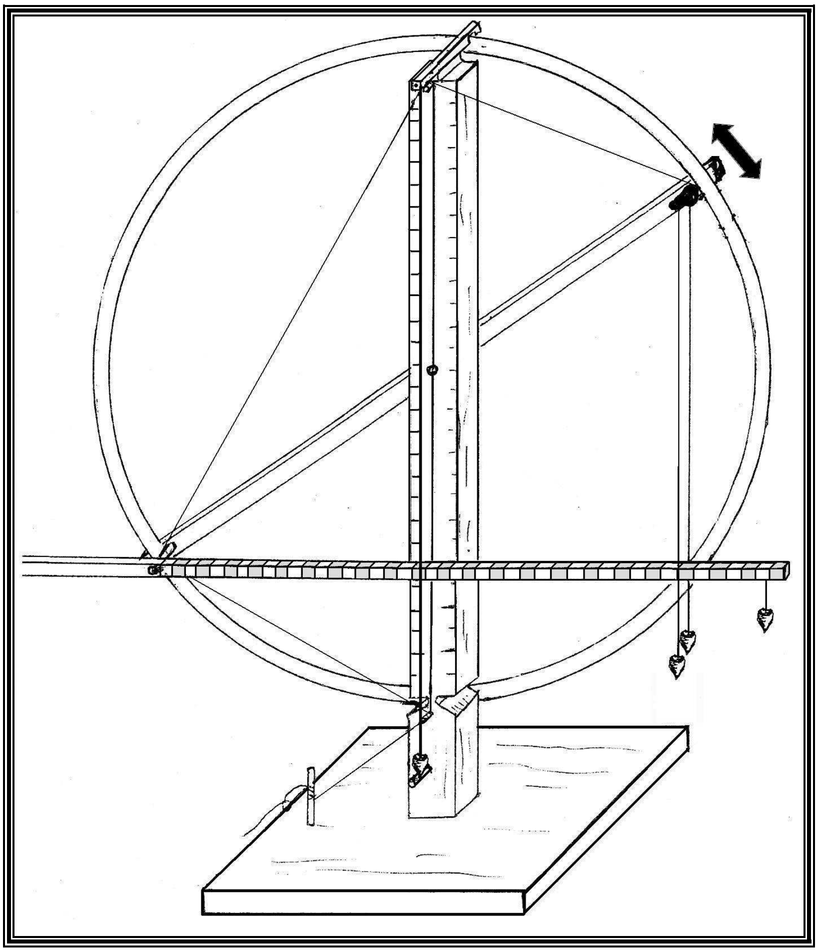

Fig. 21

17. IL CIELO DI TALETE SOPRA L'OLIMPO.

L'idea strumentale di una misura angolare del diametro del Sole e di un rapporto in scala da cercare con la sua orbita, (o anche della Luna) era una meta che potenzialmente, grazie al suo multifunzionale strumento, Talete poteva già scorgere all'orizzonte e incredibilmente, gli riesce raggiungere, spodestando gli dei, consegnando così un cielo nuovo alle future esplorazioni astronomiche e conquiste dell'uomo.

Questa splendida finestra su **Talete misuratore dei cieli**, si apre grazie alle ricerche della **Prof.ssa Flavia Marcacci**, un'appassionata studiosa e amante di storia della scienza e della filosofia antica, la quale ha fatto del grande pensatore di Mileto una materia di studi, non solo universitari, ma continuando attualmente come divulgatrice, nella caparbia opera di ricerca a vantaggio di tutti coloro che desiderano poi attingere informazioni utili, preziose e inusitate su Talete nonché sulla storia più generale del pensiero scientifico, come punto di partenza o di sostegno per altre ricerche, così, come ha potuto trarne vantaggio anche questo lavoro, con quanto segue: **(37)**

Nella voluminosa Tesi di Laurea, **Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza,** dell'Autrice **Prof.ssa Flavia Marcacci,** dalla pag..256 alla pag 267, si può ammirare inoltre, dalle antiche testimonianze di Diogene Laerzio e Apuleio, l'emergere nel Talete astronomo, di un desiderio di scalare o stabilire un rapporto tra la "grandezza del Sole" (ovvero la lunghezza del diametro del disco solare) e la sua orbita (ovvero la lunghezza della sua orbita).
E incredibilmente, vi riesce!.... Per l'epoca, con una precisa formula sbalorditiva, calcolando questo rapporto, pari a: **1/720**; come pure, secondo Diogene Laerzio, Talete avrebbe trovato che la grandezza del diametro della Luna è nelle stesse proporzioni rispetto l'orbita lunare.

Flavia Marcacci a pag. 258, 259: **"** nel far questo, nel dare cioè un rapporto in luogo di una misurazione rettilinea e nell'aspirare a misurare un oggetto lontanissimo, Talete è stato necessariamente guidato dall'intuizione di poter confrontare grandezze accessibili e misurabili a grandezze inaccessibili perché lontanissime…….tutto questo presuppone se non l'invenzione almeno la costruzione di un pur minimo apparato strumentale: **Talete cioè deve aver usato un qualche strumento di misurazione……per arrivare a pronunciarsi su una simile questione. Non è cosa da poco, perché inoltre porta a credere che con quello stesso strumento il Milesio abbia potuto ripetere "l'esperimento" più di una volta; pensare di "intrappolare" il Sole dentro uno strumento di misurazione**, significa pensarlo accessibile come lo sono un pezzo di legno o un sasso, dei quali si possono calcolare grandezza e peso; **per il fatto di essere lontanissimo il Sole non assurge allo stato di divinità, né incute alcun timore: sul Sole si possono avanzare ipotesi e non è superfluo né incolpabile pretendere di "quantificarlo" come "oggetto di natura"**…La pretesa di "quantificare", " massificare", o "misurare" il Sole non era pretesa da poco, né soprattutto possibile ad un uomo del VI sec. a.C.;….Stabilire detto rapporto significa sapere quante volte il diametro del Sole può essere riportato lungo tutta la lunghezza della sua orbita (apparente) rispetto alla Terra.**"**

Flavia Marcacci a pag 261 ci da inoltre queste informazioni:

" Non possiamo credere che Talete ragionò in radianti. Sappiamo però che le popolazioni mediorientali sapevano dividere il circolo in parti anche per rappresentare la volta celeste, quindi se non in radianti il Milesio poteva ricorrere ad altra unità di misura…….Conoscere se e quali metodi erano stati elaborati dagli antichi per stimare il diametro angolare del Sole è utile, anzi necessario, per capire come Talete può essere arrivato a dare una cifra così precisa**"**.

Seguono poi nelle pagine successive della Tesi della stessa **Autrice Flavia Marcacci**, interessanti metodi elaborati dagli antichi e interessanti ipotesi degli storici; prima di passare al nostro metodo espositivo vogliamo comunque concludere con questa interessante osservazione della stessa Autrice a pag. 267:

" Resta comunque che, al di là della concordanza o non concordanza dei dati, la domanda sulla grandezza di questi corpi celesti era stata avanzata, e Talete non solo l'accolse ma dovette essere anche uno dei pochi che nel suo tempo se ne interessò, se è vero che dopo di Lui nella Scuola Ionica nulla più si dice sopra l'argomento ".

Talete ostacola il dio egizio Ra

Per un uomo sapiente come Talete, che ha misurato come abbiamo visto, con estrema precisione e indirettamente, l'altezza delle piramidi dei Faraoni, inclinando semplicemente un bastone sulla direzione del raggio solare luminoso che proietta il vertice della piramide all'estremità della sua ombra; che ha misurato indirettamente, con altrettanta probabile precisione, come rivedremo tra poco, la distanza delle navi in mare e con lo stesso strumento, come abbiamo ampiamente visto, presumibilmente scoperto e spiegato i teoremi fondamentali della geometria, postulando da questa scienza strumentale, probabilmente anche l'inizio della ricerca filosofica di un principio primo naturale di tutte le cose da cui tutto trae origine, si rispecchia, si spiega e dal quale pervade l'intero mondo circostante, non è certo difficile immaginarci ora, un Talete astronomo, che con l'uso dello stesso strumento rivolto al cosmo abbia dato inizio ad una misurazione in scala del cielo e del suo astro principale e ciò probabilmente aiutato anche da una semplice scoperta, che per un osservatore attento come doveva essere il saggio Milesio, nonché indiscutibile maestro delle ombre e della precisa misura indiretta, non deve essergli sfuggita di mano né tanto meno, passata a Lui, inosservata.

Il distanziometro visto nelle pagine precedenti **(Fig.9)** e utilizzato per la sola determinazione della distanza delle navi in mare, per poter raggiungere ad effettuare una misura indiretta delle distanze alquanto precisa, poteva essere predisposto con l'applicazione di due semplici fori circolari, fungenti inoltre da mire ottiche di puntamento praticati, sia nel traguardo dell'obiettivo che in quello dell'oculare i quali, potevano eventualmente raggiungere una forma di perfezionamento ottimale, ma non necessaria, se collegati fra loro anche da un tubo (per esempio di canna palustre) che avrebbe protetto l'intero campo ottico di mira dello strumento, dall'interferenza esterna della luminosità solare circostante.

Le linee comunicanti di Talete

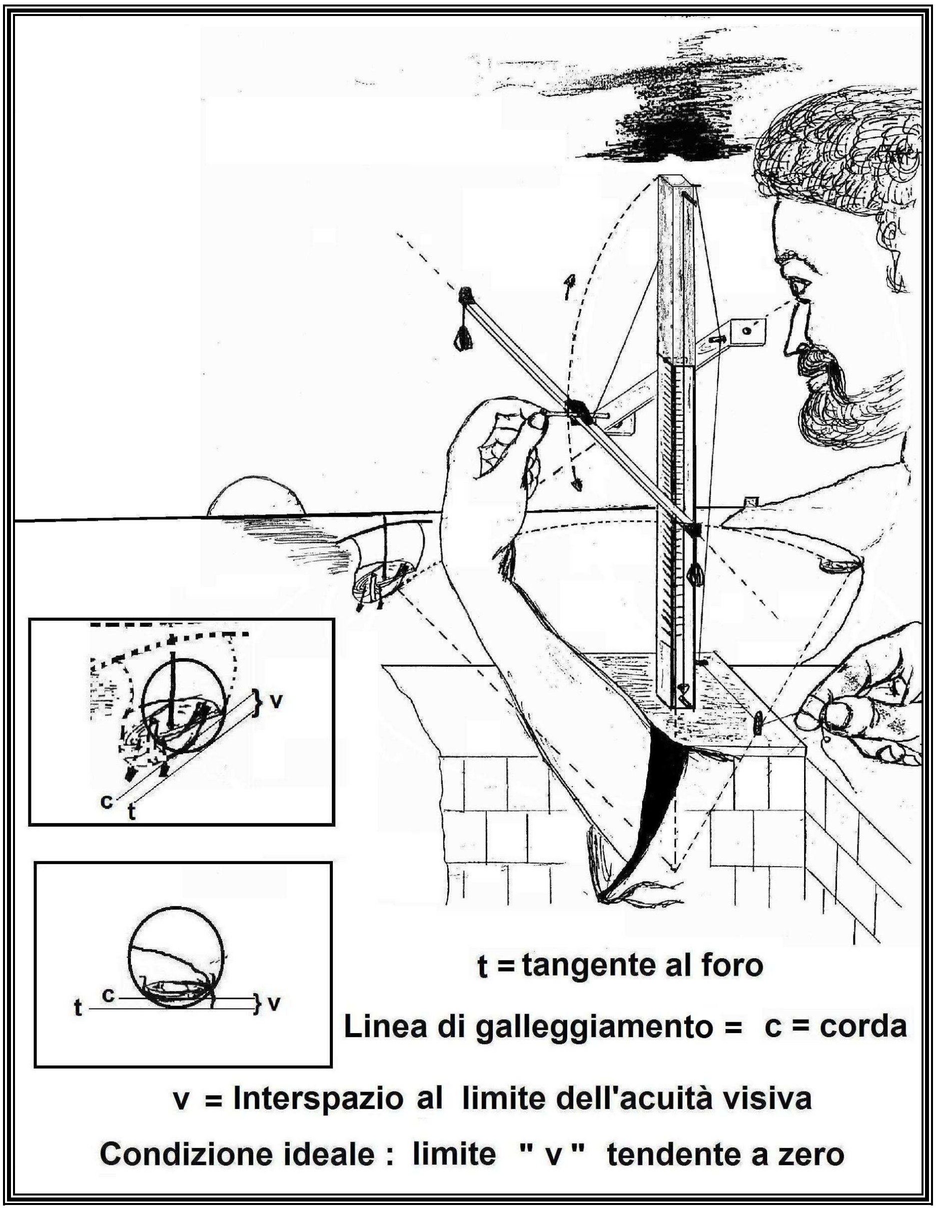

Fig. 22

La collimazione ideale di riferimento **(Fig.22)**, nella direzione di puntamento e per poter raggiungere una buona precisione, avrebbe dovuto inquadrare o mirare la linea percepibile o visibile di galleggiamento delle navi; tanto più precisa, quanto più questa linea di galleggiamento veniva interpretata tra i fori circolari di puntamento, come una corda inferiore (o superiore) da discostare dal diametro degli stessi, per avvicinarla il più possibile ad un interspazio limite, dell'acuità visiva, con la tangente al foro.

Tanto più precisa, quanto più la linea di galleggiamento, col movimento dell'asta oculare, veniva distanziata a piacimento dall'osservatore, dal diametro dei fori e portata verso un interspazio limite ideale dell'acuità visiva, tendente il più possibile a zero, fino a farla idealmente coincidere, con la linea tangente al foro e passante sul punto inferiore (o superiore) della circonferenza dello stesso e questo perché, la linea di galleggiamento è sempre sullo stesso livello di quelle di frazionamento della superficie piana dello specchio d'acqua e si trova quindi, sullo stesso livello della linea di galleggiamento della barca del canneggiatore inquadrata al limite e utilizzata precedentemente per l'osservazione e la misurazione preliminare delle distanze dalla torre di osservazione o di stazionamento.
Con uno strumento così predisposto magari aggiunto da un supporto doppio e interamente graduato, Talete avrebbe potuto dare inizio ad uno studio sperimentale o al tentativo di effettuare una prima misura angolare del Sole o della Luna, pensati in un percorso orbitale zenitale e con l'aiuto presumibile di una semplice tecnica, basata su un probabile metodo che vogliamo ipotizzare e che, non sarebbe improprio coniarlo come**: "Il metodo ad ostacoli della doppia eclisse"**

18 METODO DELLA DOPPIA ECLISSE.

Per spiegare meglio il metodo, cominciamo a dire che, una misura diretta di un Sole o di una Luna già alti sull'orizzonte danno come vantaggio la costante sensazione, nell'arco del giorno o della notte, di osservare un diametro apparente più regolare o reale rispetto a quello di un Sole o di una Luna visti in tutto il loro diametro appena sopra l’orizzonte, sia all’alba che al tramonto, dove i due astri, danno solo l’impressione di essere più grandi del normale; un fenomeno che oggi sappiamo causato per minima parte, dall’effetto della rifrazione atmosferica e maggiormente, dall’adattamento sensoriale, effetto di un’illusione ottica di percezione meglio spiegata dalla legge di Emmert, **(38)** nel contempo però, un Sole dove inizia ad alzarsi sull’orizzonte risulta più difficile da osservare e da misurare a causa, sia per la sua luce accecante che si oppone all’osservazione diretta **(Fig.23)**,

Talete scala il cielo degli dei. **Il dio Ra abbaglia Talete.**

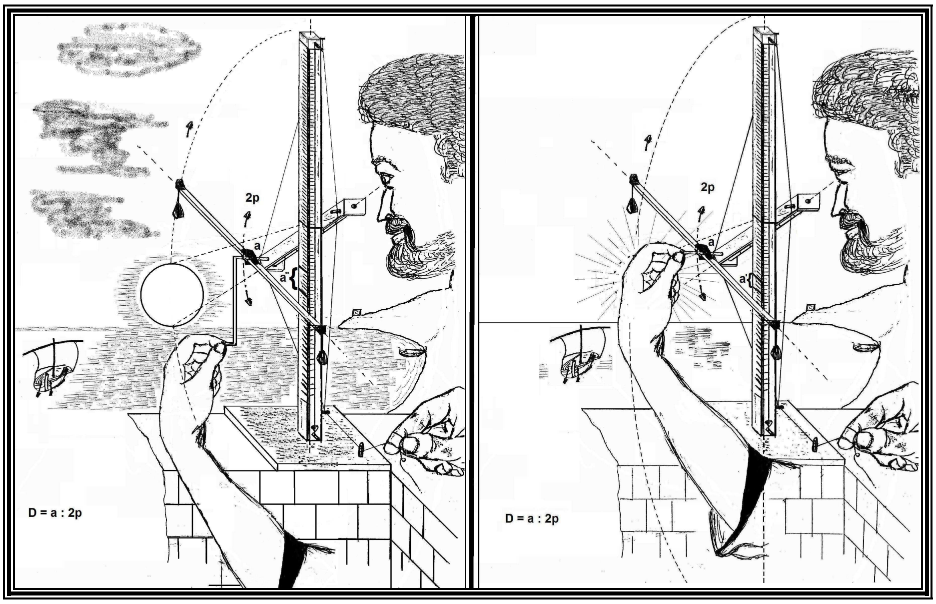

Fig.23

sia per quella corrispondente ampiezza angolare **“a”** proiettata dallo spostamento del bilanciere sul supporto dello strumento, la quale, come abbiamo già constatato didatticamente nella precedente discordanza empirica, non risulta costante, ma varia al variare dell’inclinazione e, in questo caso, decresce fino ad azzerarsi, man mano che l’astro osservato, dall’orizzonte, si avvicina al mezzogiorno o allo zenit **(39)** e ciò nonostante, anche se l’identico angolo **”a”** di osservazione per entrambi gli astri, dovesse risultare misurabile **(Fig.24).**

Il Cosmo di Talete.

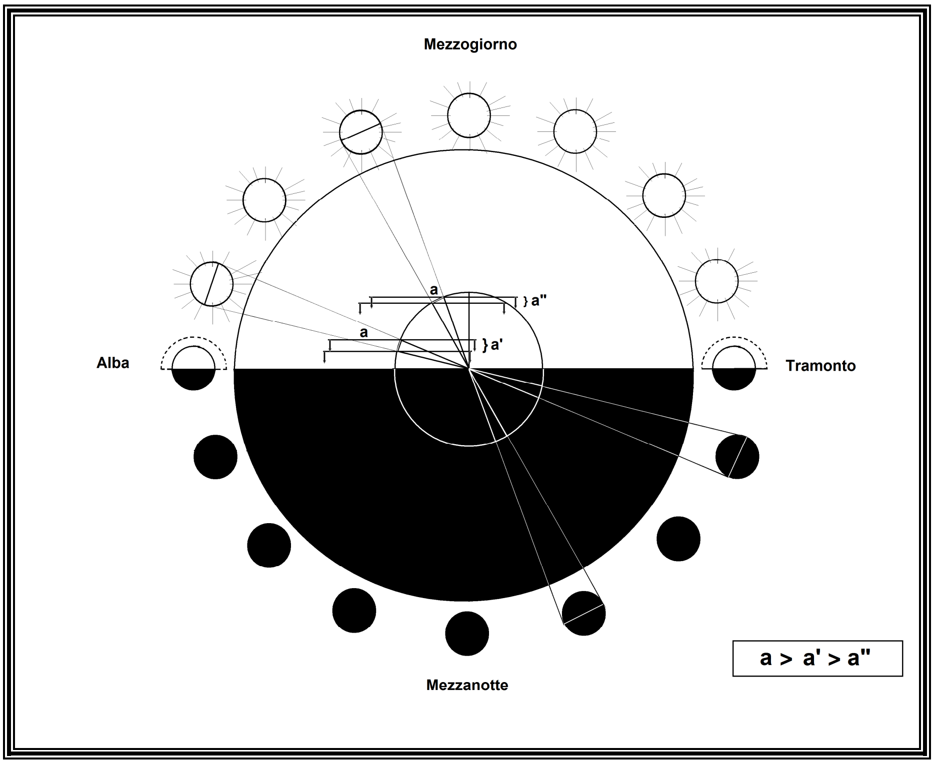

Fig.24

I traguardi che delimitano il campo ottico dello strumento, nei quali sono stati praticati dei rispettivi fori, meglio se quest'ultimi, per una riuscita ottimale del metodo, venissero realizzati con un diametro identico a quello apparente degli oggetti cosmici di osservazione e quindi, nel caso della misura angolare del Sole, uguali al diametro apparente dell'astro solare; pertanto questi traguardi, in una osservazione diretta, avrebbero agito, col movimento ascendente e discendente dell'asta oculare, come dei veri e propri ostacoli tra l'occhio dell'osservatore e il Sole stesso o anche, nel caso, della Luna.

Detti traguardi, avrebbero giocato un ruolo vantaggioso nella schermatura protettiva dell'occhio per le osservazioni dirette del Sole, in quanto, come per il metodo della misura delle navi in mare visto in precedenza, una precisa misurazione del diametro solare poteva avvenire spostando o distanziando, a piacimento dell'osservatore, l'astro solare dal campo ottico strumentale, sino ad eclissarlo totalmente sia nella parte superiore come in quella inferiore del foro dell'obiettivo, ovvero, mediante il semplice movimento ascendente/ discendente dell'asta oculare, cercando nell'istante comune di buio, di far coincidere perfettamente la linea tangente immaginaria posta in comune tra la circonferenza del foro dell'obiettivo e l'identica circonferenza apparente del Sole artificialmente eclissato dietro il traguardo dello stesso obiettivo **(Ved. Fig.25)**.

Osservazione diretta del Sole.

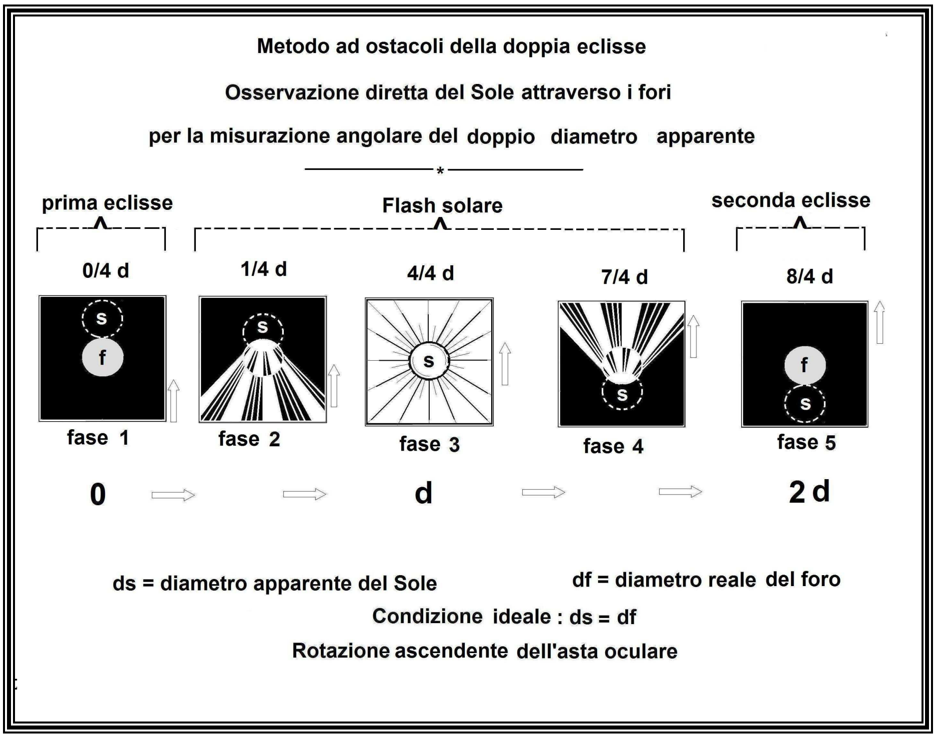

Fig.25

L’osservatore, producendo artificialmente nel campo ottico o di mira strumentale una eclisse iniziale del Sole, ostacolando e collocando a piacimento l’intero astro apparente nella parte schermata del traguardo e tangente al punto superiore del foro dell’obiettivo**(Fig 25, fase 1)**, mediante il movimento ascendente dell’asta oculare faceva quindi, gradualmente comparire il Sole **(Fig. 25, fase 2)** fin tutta la sua apparente interezza e abbagliante luminosità tra i due fori e dentro il campo ottico **(Fig.25, fase 3)**, per farlo gradualmente scomparire **(Fig.25, fase 4)** nella parte schermata del traguardo, fino a farlo interamente eclissare e condurlo tangente al punto inferiore del foro dell’obiettivo **(Fig. 25, fase 5);** un tale movimento dell’asta oculare, avrebbe così percorso idealmente, tra le due eclissi artificialmente prodotte, due volte l’intero diametro apparente del Sole.

Un metodo che **(Fig. 26)**, da una prima fase sperimentale per l’osservazione diretta del cosmo, risultava già abbastanza interessante, ma da un’attenta analisi, avrebbe raggiunto anche il massimo della validità e della precisione se:

1. **Si fosse applicato quel sistema, già visto in precedenza nell’utilizzo didattico strumentale, di eludere il bilanciere trasportando la segnatura delle tacche di osservazione in modo analogo ma sopra un cerchio incorporato allo stesso strumento.**

2. **Si fosse ricercato, come si diceva, il foro perfetto, con un diametro identico o coincidente a quello dell’astro cosmico in osservazione.**

3. **Si fosse applicata una straordinaria scoperta scaturita dall’osservazione indiretta del Sole, che non deve essere sicuramente sfuggita al maestro delle misure indirette di Mileto.**

Il cannocchiale sperimentale di Talete.

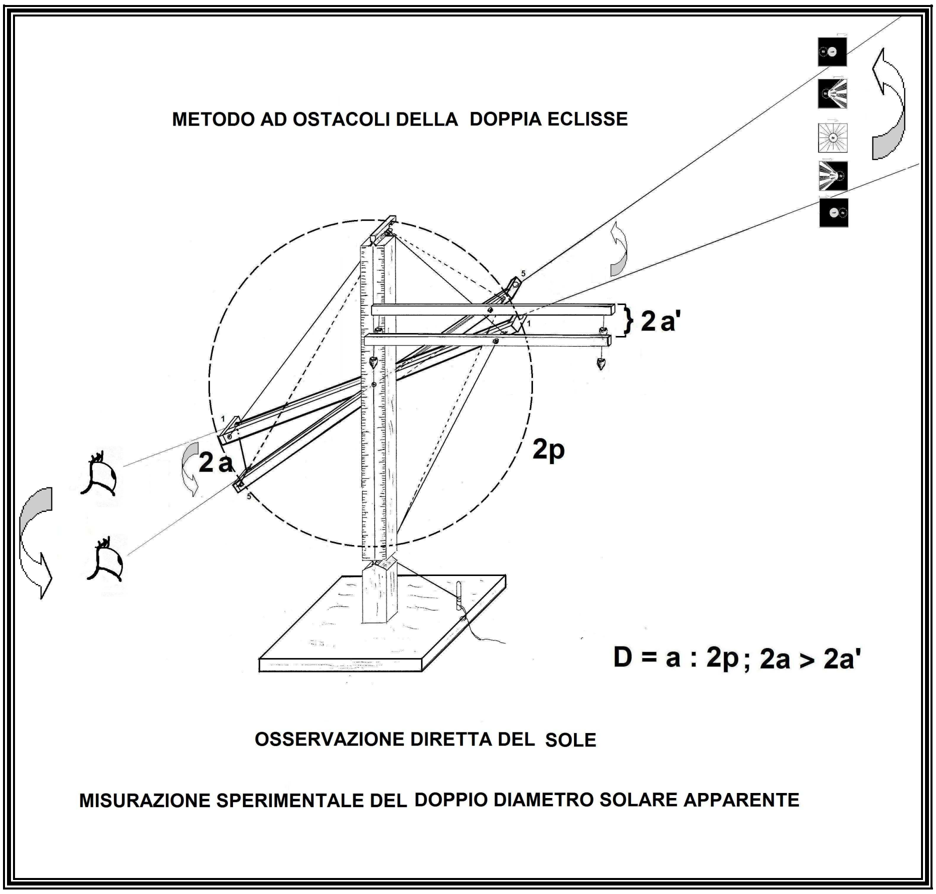

Fig.26

19. L'ANGOLO CICLO-METRICO.

Il punto primo di cui sopra non ci appare inverosimile e inoltre risulterebbe ben integrato con la testimonianza di Apuleio che fa coincidere, verso la fine della sua gloriosa carriera questa scoperta della misura angolare del Sole.

Apuleio Florida 18:

Thales Milesius ex septem illis sapientiae memoratis viris facile praecipuus - enim geometriae penes Graios primus repertor et naturae rerum certissimus explorator et astrorum peritissimus contemplator - maximas res parvis lineis repperit: temporum ambitus, ventorum flatus, stellarum meatus, tonitruum sonora miracula, siderum obliqua curricula, solis annua reverticula, **itidem lunae vel nascentis incrementa vel senescentis dispendia vel delinquentis obstiticula. Idem sane iam proclivi senectute divinam rationem de sole commentus est, quam equidem non didici modo, verum etiam experiundo comprobavi, quoties sol magnitudine sua circulum quem permeat metiatur.**

Traduzione, con interpretazioni personali in parentesi tonde:

Talete di Mileto, certamente il maggiore di quei sette celebrati sapienti- infatti fu tra i Greci il primo inventore della geometria, infallibile indagatore dei fenomeni naturali ed espertissimo osservatore degli astri- con piccole linee ***(le tacche dello strumento)*** fece scoperte importantissime: il volgere delle stagioni,il soffio dei venti, i percorsi delle stelle, la sonora meraviglia dei tuoni, il corso obliquo dei corpi celesti, il periodo o il ritorno annuale del sole e, **in modo analogo, *(coi traguardi dello stesso strumento fungenti da ostacoli)* l'espandersi della Luna *(o della lunula)* crescente, il ridursi di quella calante e *(ancora con gli ostacoli dello stesso strumento)* le sovrapposizioni di quella che si eclissa. Egli, quando era ormai assai vecchio, scoprì il divino teorema *(o il numero divino)* concernente il sole – che non mi sono limitato ad apprendere ma ho anche verificato con l'ausilio dell'esperienza- teso a dimostrare quante volte il Sole, nelle sue dimensioni, sia contenuto nell'orbita che percorre.**

Il cannocchiale diventa ciclo-metrico.

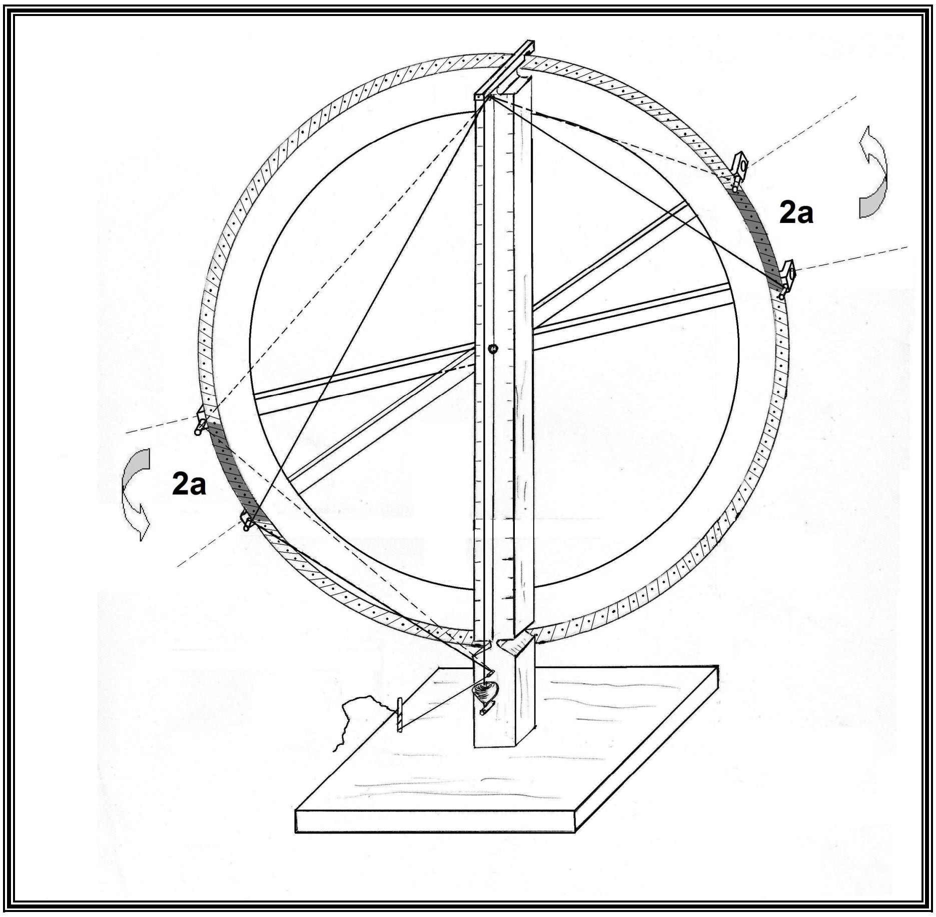

Fig.27

Riportare 360 tacche sopra un semicerchio anziché su di un supporto, quindi 720 segni sopra un cerchio completo e incorporato allo strumento**(Fig. 27)** potrebbe essere laborioso ma non impossibile e rapidamente fattibile se le tacche venissero riportate lungo una fune da circoscrivere sulla circonferenza del cerchio; un cerchio in questo caso, di dimensioni maggiori e probabilmente fatto a struttura di ruota in legno e ferro, ma sempre analogo a quello con cui Talete e la sua scuola, avrebbe spiegato la bisezione del diametro sul cerchio o l'uguaglianza degli angoli opposti o l'iscrizione del triangolo rettangolo nel semicerchio o la misura della somma totale degli angoli interni ad un triangolo o l'anticipazione del metodo di Enopide.

L'unico aspetto da rilevare e rilevante, sarebbe il fatto che Talete, sulla soglia ormai della vecchiaia, non solo riuscì a stabilire il rapporto divino, ma lo avrebbe raggiunto con un concetto evolutivo di misura dell'angolo estremamente formidabile per l'epoca; un concetto precursore a quello moderno del radiante!...L'arco orientato sul circolo, sarebbe stato inteso da Talete più come una porzione di spazio individuata, sulla fune circoscrivente, dall'asta oculare di collimazione strumentale del Sole o della Luna e quindi, con una connotazione dell'angolo molto somigliante a quella ciclo-metrica a settore circolare, ovvero, di una misura circolare sulla circonferenza che si poteva sviluppare anche in orizzontale; un concetto che Talete poteva aver attinto dalle tecniche ciclo-metriche, utilizzate frequentemente, dagli artigiani carradori e dai vasai, o molto probabilmente dagli architetti Egizi **(40).**

Certamente, tutto questo sarebbe andato a vantaggio dell'aspetto ideale che lo strumento avrebbe assunto; tenendo per minimo ideale ottico, un ipotetico interspazio, come acuità visiva fra due tacche (o due punti) sulla fune circoscrivente il cerchio, sotto le quali si collima il diametro apparente del Sole o della Luna; due tacche corrispondenti a un interspazio di un" mezzo dito egizio", ovvero metà dell'unità minima di misura conosciuta all'epoca che era appunto il "dito egizio pari circa 1,88 cm" **(41)**; un sottomultiplo forse non utilizzato nella pratica quotidiana più grossolana, ma che poteva essere stato facilmente pensato pari ad un'ipotetica misura tra l'unghia e il polpastrello della falangetta dell'indice, ovvero, di un dito egizio ruotato, sull'asse delle falangi, di 90° quindi, all'incirca dimezzato a: 1,88 /2 = 0,94 cm.

Lo strumento ipotetico, avrebbe raggiunto, in questo caso, una dimensione totale dell'asta oculare (molto più simile ad una alidada) pari a. 0,94 cm x 720 / 3,141…. = 676,8/ 3,141…. = circa: 215,5 cm, ovvero, circa 4 cubiti egizi reali ma riducibili, grazie al teorema di Talete sull'uguaglianza degli angoli opposti, a soli 2 cubiti reali, se si lascia invariato il cerchio e come vedremo in seguito, si utilizza l'asta oculare in forma radiale e non più diametrale; inoltre lo strumento, avrebbe potuto privarsi del bilanciere andando a diminuire la sensibilità a vantaggio della praticità e della precisione, assumendo un aspetto costruttivo, molto vicino al nostro goniometro o ad un analogo strumento usato successivamente da Claudio Tolomeo di Alessandria (circa 140 d.C.) e descritto nel suo Almagesto.**(42)**

20. IL FORO PERFETTO.

Con un siffatto strumento e con l'asta oculare radiale, il secondo punto precedente, avrebbe potuto realizzarsi mediante un metodo che gli antichi egizi utilizzavano già nel calcolo dei loro problemi algebrici, conosciuto come: "il metodo della falsa posizione o dell'incognita fittizia", per giungere all'incognita vera cercata nel problema **(43)** e che Talete, avrebbe potuto trasportare per una ricerca più semplice come calcolo del diametro del foro perfetto o coincidente con quello del diametro apparente del Sole o della Luna, quest'ultima, sappiamo poi che ha la stessa misura angolare del Sole e quindi il foro strumentale coincidente sarebbe stato lo stesso utilizzato per i due astri e pertanto, osservati e misurati col medesimo strumento.

Il metodo del foro fittizio.

Questo metodo **(Fig. 28)** permette di utilizzare sul traguardo dell'obiettivo, un foro circolare qualsiasi **(df)**, avente un diametro arbitrario maggiore o minore di quello coincidente o perfetto **(dc)** ma sconosciuto che si deve raggiungere e adattare in funzione dello strumento utilizzato**(44)**; un metodo applicabile indifferentemente, per il Sole o per la Luna

Col metodo già visto della doppia eclisse e mediante l'osservazione diretta dell'astro a cui si cerca l'ampiezza del suo diametro apparente tramite il foro perfetto corrispondente da adattare e sostituire a quello fittizio, si sarebbe giunti di conseguenza, sul cerchio dello strumento o

Il cannocchiale con un perfetto obiettivo

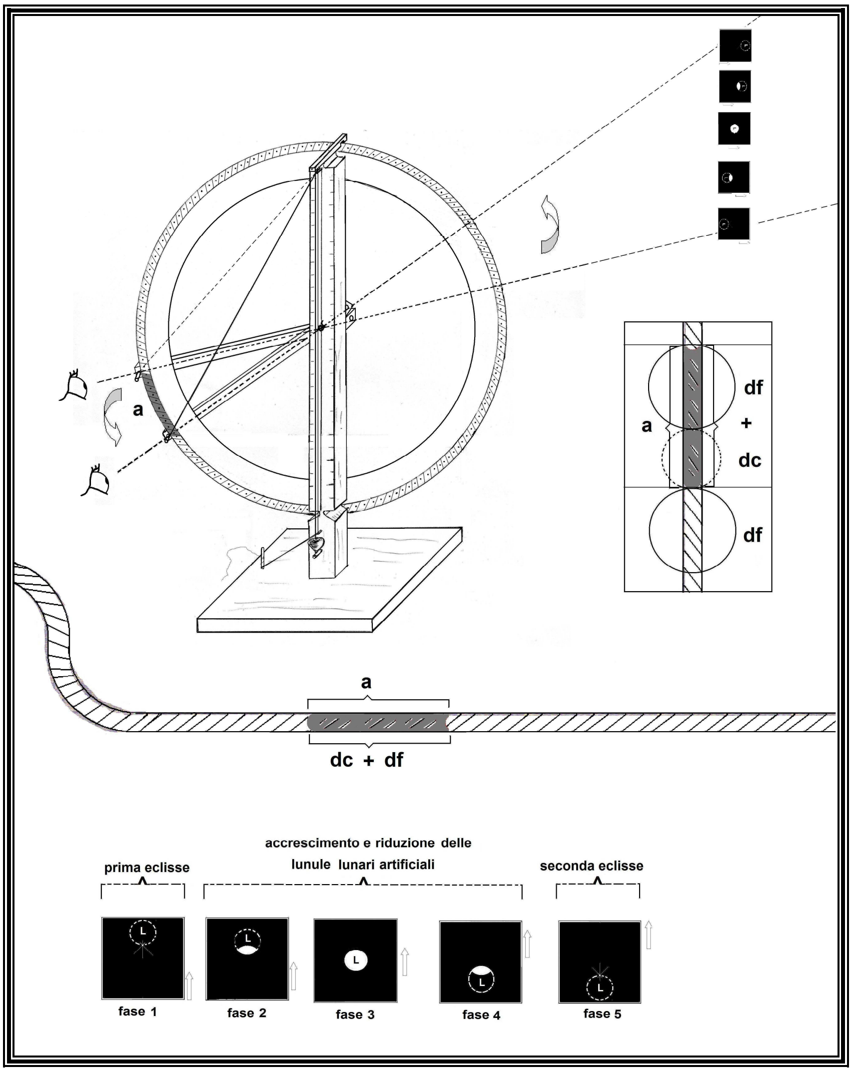

Fig.28

meglio, sulla fune circoscrivente la sua circonferenza, in due punti segnati in fase di collimazione dell'astro, corrispondenti ad un arco orientato sulla fune stessa circoscrivente; il settore circolare occupato risulterà pari ad un'ampiezza **(a),** ovvero pari alla somma dell'ampiezza del diametro apparente coincidente **(dc),** più quella del diametro del foro fittizio utilizzato **(df):**

Ampiezza dell'arco orientato = a = dc + df ; segue, a – df = dc

Per ottenere così il diametro perfetto coincidente **(dc)**, basta togliere la fune circoscritta intorno al cerchio dello strumento e distenderla quindi, su un piano orizzontale, dopodiché e sufficiente sottrarre dall'ampiezza **(a),** accuratamente segnata, il diametro del foro fittizio utilizzato nella rilevazione **(df)**.

Per uno strumento, avente un'asta oculare di circa 2 cubiti egizi reali e utilizzata in forma radiale, ovvero, pari a circa cm 215,5/2 = 107,75 cm di lunghezza, il foro perfetto ad esso calcolato e da applicare sull'obiettivo, risulterebbe pari a 0,94 cm, ovvero, a mezzo dito egizio.

Poiché l'angolo è lo stesso, sia per il Sole che per la Luna, sarebbe ideale, per una maggiore precisione del risultato, se il metodo del foro strumentale fittizio, con l'osservazione diretta **(Fig.28 e 29)** , venisse applicato prima per l'astro lunare e poi, col foro coincidente o perfetto così ottenuto, sperimentarlo, in forma di verifica, per quello solare.

Osservazione diretta della Luna piena.

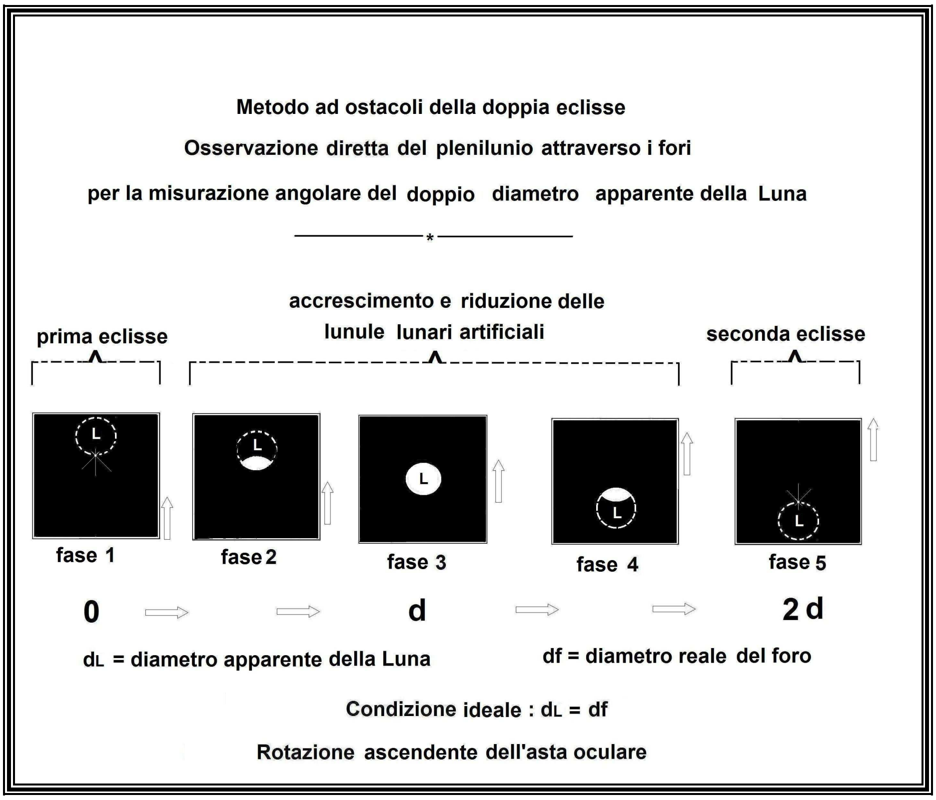

Fig.29

Con una ricerca sempre più precisa della misura strumentale, probabilmente Talete, nel giungere dopo un lungo percorso empirico, ad una connotazione soddisfacente di angolo ciclo-metrico, inteso come ampiezza del settore circolare ma sviluppabile anche sul piano, potrebbe averlo sperimentato, passando prima dalla corda geometrica sottesa dall’arco, dalla quale però non avrebbe ricavato un foro altrettanto perfetto e coincidente **(dc)**.per il Sole e per Luna.
Inoltre abbiamo visto, **(Fig.28)** che per una migliore praticità di osservazione, precisione nonché di segnatura ciclo-metrica sulla fune,

è preferibile posizionare l’asta radiale di mira in modo che l’oculare risulti orientabile lungo la circonferenza, mentre l’obiettivo, deve risultare imperniato nel fulcro principale del supporto e coincidente col centro del cerchio incorporato allo strumento e non viceversa.
Talete deve aver sicuramente sperimentato che l’asta oculare radiale è preferibile a quella diametrale, poiché la prima risulta conforme al campo di mira strumentale i cui raggi di collimazione dell’acuità visiva, che divergono a partire dal centro del foro oculare, in un fascio conico verso l’altro foro, vanno a coincidere perfettamente con la circonferenza dell’astro cosmico inquadrato sull’obiettivo, che combacia con la circonferenza del foro perfetto corrispondente e calcolato in base ai raggi di collimazione che coincidono col raggio dell’asta strumentale che lo sottende; inoltre, un’asta dimezzata risulta più precisa nella costruzione nonché più affidabile nell’applicazione operativa.
Con l’asta diametrale invece **(Fig.27)**, il foro perfetto posto sull’obiettivo (e non raddoppiato) si troverebbe ad una distanza doppia, riducendo in questo modo, l’angolo dell’acuità visiva, quindi, restringendo notevolmente il campo strumentale di mira a discapito sia della corretta osservazione che della precisa misurazione. Inoltre Talete, pur non avendo, probabilmente, una precisa conoscenza teorica dello schema ottico di propagazione dell’acuità visiva, per conformare il campo strumentale ai raggi divergenti o conici della stessa, avrebbe potuto scoprire per via empirica che il foro sull’oculare poteva anche risultare con un diametro molto più piccolo di quello perfetto, che doveva rimanere comunque invariato sull’obiettivo, per raggiungere così, un campo ottico ottimale.
Certamente, l’antica osservazione astronomica, basata solo sull’acuità visiva, per ottenere una corretta e precisa misurazione del Sole e della Luna, richiedeva la ricerca dei fori ideali e del foro perfetto da adattare allo strumento di osservazione, questo era un argomento che doveva sicuramente presentarsi agli antichi astronomi, per essere affrontato e quindi risolto, con la ricerca di metodi empirici finalizzati, come d’altra parte, si può intravvedere dagli sviluppi evolutivi strumentali raggiunti dall’astronomo Claudio Tolomeo di Alessandria e da Lui descritti nel suo Almagesto.

21. IL CANNOCCHIALE PROIETTORE DI TALETE

Riprendendo il punto tre precedente; un siffatto strumento lasciato fisso e puntato o inclinato (come ci ricorda per analogia, il bastone all'estremità dell'ombra delle piramidi) verso il Sole già alto sull'orizzonte, ovvero, sulla direzione coincidente dei suoi raggi luminosi, avrebbe certamente proiettato indirettamente l'intera immagine dell'astro solare attraverso i fori **(Fig. 30)** sopra una superficie qualsiasi ma ubicata in prossimità o prospiciente il foro dell'oculare.

In termini probabilistici, questo semplicissimo fenomeno ottico di proiezione, doveva esser stato sicuramente notato sin dall'esperienza più primitiva dell'uomo (un fenomeno già proiettato in natura dai fori millimetrici delle foglie degli alberi e quindi, più antico dell'uomo stesso) mediante l'ombra proiettata da oggetti d'uso comune o monili ornamentali forati e si sarebbe facilmente verificato e osservato in qualunque momento soleggiato del giorno, visto anche l'uso frequente che Talete avrebbe dovuto effettuare con lo stesso strumento nel scoprire o raggiungere con precisione quella molteplice concordanza, sia di dati astronomici sia di problemi pratici, che la tradizione gli attribuisce.

Un fenomeno ottico che Talete, dovrebbe averlo attratto e studiato sin dagli inizi della sua carriera, da quando perlomeno, cominciò a misurare la distanza delle navi in mare, ma di cui forse, capì l'importanza applicativa solo sul finire della sua gloriosa esperienza scientifica, dopo una notevole manipolazione empirica, didattica e d'innovamento tecnico dello strumento, quando probabilmente intuì l'implicazione di una possibile e precisa misurazione angolare del Sole, svincolando e abbandonando così la discordante ampiezza angolare rilevata dai bilancieri, in una nuova connotazione dell'angolo di osservazione intesa più in quella forma ciclo-metrica orientata ad arco sul cerchio, nonché attraverso un asta oculare ridotta ad una forma radiale e non più diametrale, per una maggiore precisione, sia nella costruzione, sia nell'osservazione che nella proiezione integrale del Sole passante tra i due fori realizzati sui traguardi di mira.

Talete eclissa il dio Ra

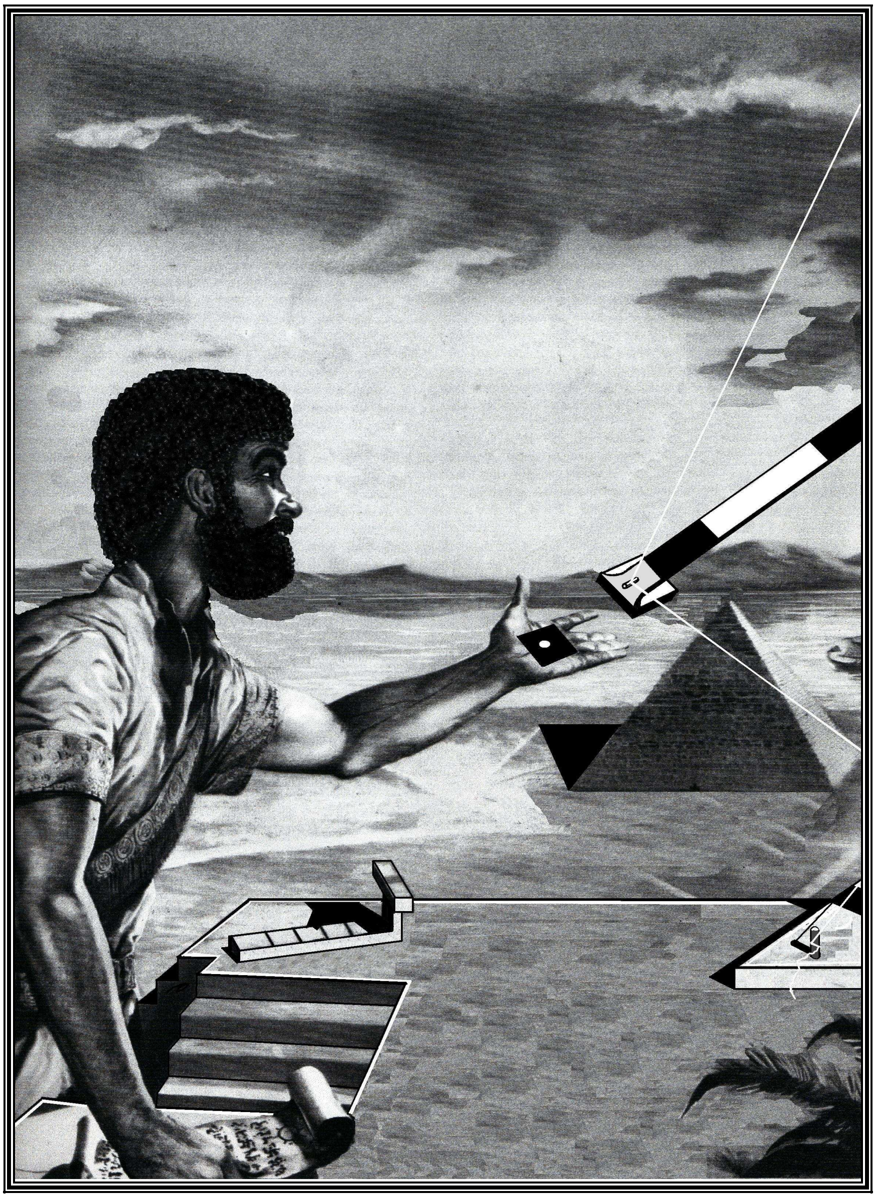

Fig.30

Un fenomeno ottico indiretto, che avrebbe avuto un enorme vantaggio su quello diretto nell'osservazione astronomica del Sole nonché nella misurazione del suo stesso diametro apparente, per il semplice fatto che le osservazioni dirette del Sole, era noto sin dai tempi più antichi, venivano non solo osteggiate dalla sua luce accecante ma sicuramente risultavano per questo, molto più difficili all'osservazione e, dopo questa scoperta, anche ritenute molto meno precise di quelle analoghe ma proiettate in forma indiretta; un fenomeno che avrebbe consentito così al sapiente Milesio, l'inizio di uno studio originale e perfetto, quasi a tavolino dell'astro solare, ma addirittura, più abbordabile, dell'osservazione diretta della Luna.

Un fenomeno ottico che grazie al suo strumento **(Fig.31)**, un degno precursore del cannocchiale astronomico, avrebbe consentito a Talete, di studiare tutto quello che le testimonianze gli attribuiscono in campo astronomico e quindi, di aver potuto osservare indirettamente e minuziosamente la Luna nuova anche in quei momenti poco visibili all'occhio umano quando era coperta dalla luce solare a causa delle rispettive eclittiche che a volte s'intersecano o si sovrappongono fra loro sopra un punto nodale e conseguentemente, di osservare in forma indiretta e in modo preciso anche l'eclissi di Sole parziali, anulari e di giungere a quella osservazione e comprensione conclusiva per cui l'eclissi di Sole totale si verifica sempre in coincidenza del novilunio o nel giorno della Luna nuova, permettendogli di raggiungere una comprensione plausibile del meccanismo di formazione dell'eclissi totale di Sole nonché, uno studio più comprensivo e accurato di tutti quegli eventi astronomici che la tradizione concordemente gli attribuisce **(45)**.
Un metodo per l'epoca, che sarebbe risultato all'avanguardia ma soprattutto riconoscendo a Talete il giusto titolo di, "primo scienziato" che studiò in modo innovativo e originale i corpi celesti, l'espertissimo osservatore degli astri, che gli avrebbe solo per questo, garantito una certa paternità storica della scoperta o della comprensione dei fenomeni cosmici mediante l'utilizzo di uno strumento astronomico che avrebbe anticipato di circa 2000 anni,

Il cannocchiale proietta le fasi solari

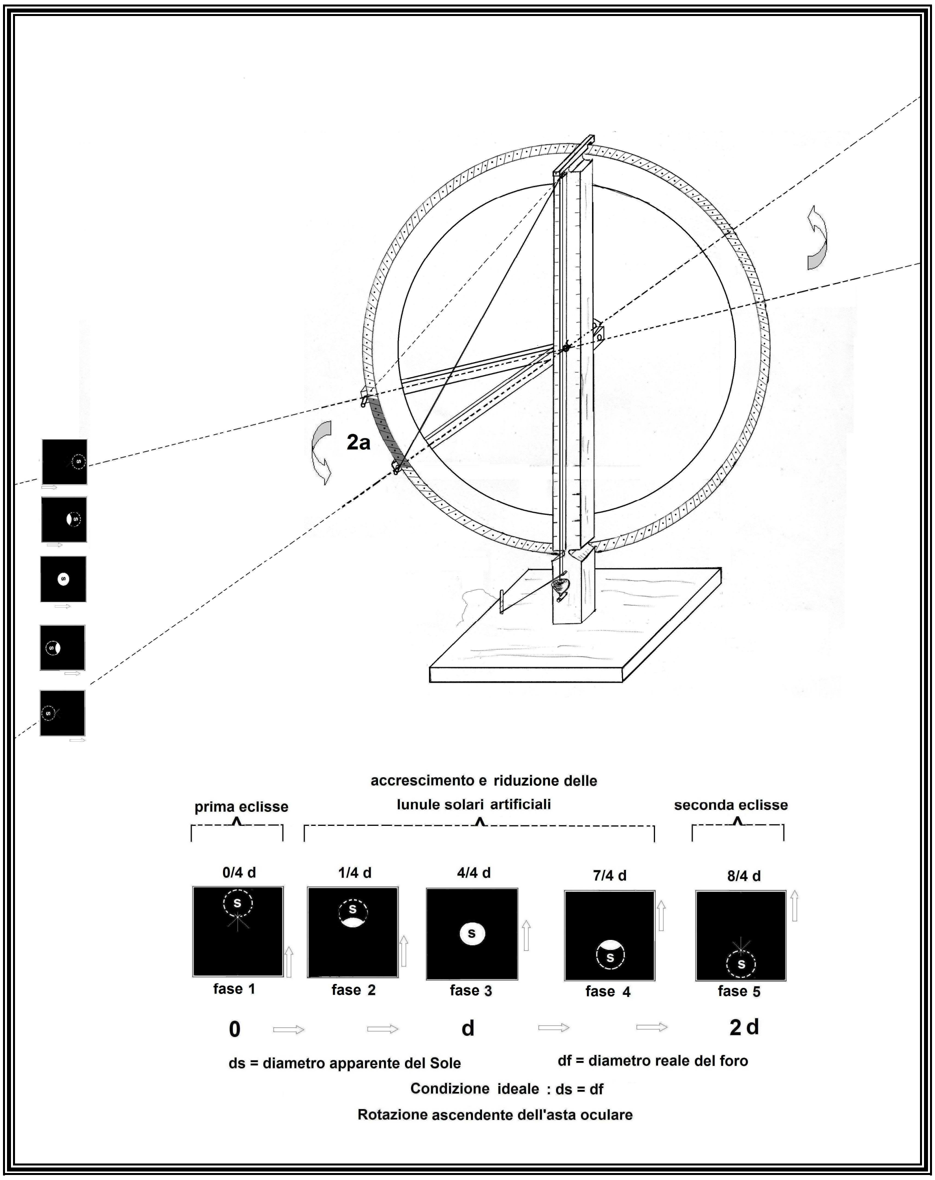

Fig.31

con un metodo efficacemente alternativo, il cannocchiale lenticolare galileiano e pertanto, non sarebbe improprio definire oggi, alla luce di queste ipotesi e risultati, **l'astronomo Talete come, il "Galileo Galilei" dell'antichità.**

Nel metodo diretto, l'istante di buio in cui l'osservatore eclissava artificialmente il Sole era un istante, che veniva stimato sul repentino cambiamento della luce diretta (Luce/ombra) prodotta all'interno del campo ottico strumentale e regolato da una valutazione che veniva fatta di conseguenza dall'osservatore, ad impressione a vista con tutte le difficoltà del caso che sarebbero intervenute per poter raggiungere una buona e ottimale misurazione angolare del Sole, soprattutto nel far coincidere esattamente il preciso istante comune, con la comune linea passante nello stesso punto tangente al foro, dopo la fase abbagliante del flash solare intercorso tra le due eclissi artificiali e prodotte dal movimento ascendente (o discendente) dell'asta oculare.

Se quanto sopra sarebbe risultato poco preciso, con l'osservazione indiretta del Sole invece**(Fig.32)**, il metodo ad ostacoli della doppia eclisse avrebbe consentito a Talete, il massimo della precisione micrometrica raggiungibile nonché un enorme vantaggio, sia per una perfetta e abbordabile osservazione astronomica dell'astro solare, sia per una perfetta e accessibile misurazione angolare del Sole e quindi del suo diametro apparente con i seguenti punti di rilievo:

1) Col metodo indiretto, l'istante di buio in cui l'osservatore eclissava artificialmente il Sole proiettato su una superficie o sopra un foglio di papiro utilizzato come schermo, era un istante che veniva stimato, innanzitutto senza più l'incombenza dei fastidiosi flash solari prodotti dall'osservazione diretta ma sostituiti con l'utilizzo efficace della semplice osservazione del graduale accrescimento e riduzione della riflessa luminosità indiretta (Luce/ombra) delle lunule solari, quest'ultime, proiettate dai fori dei traguardi attraverso il campo ottico strumentale e create direttamente dall'osservatore, sul foglio di papiro, con spostamento micrometrico dell'asta oculare dello strumento

Osservazione indiretta del Sole.

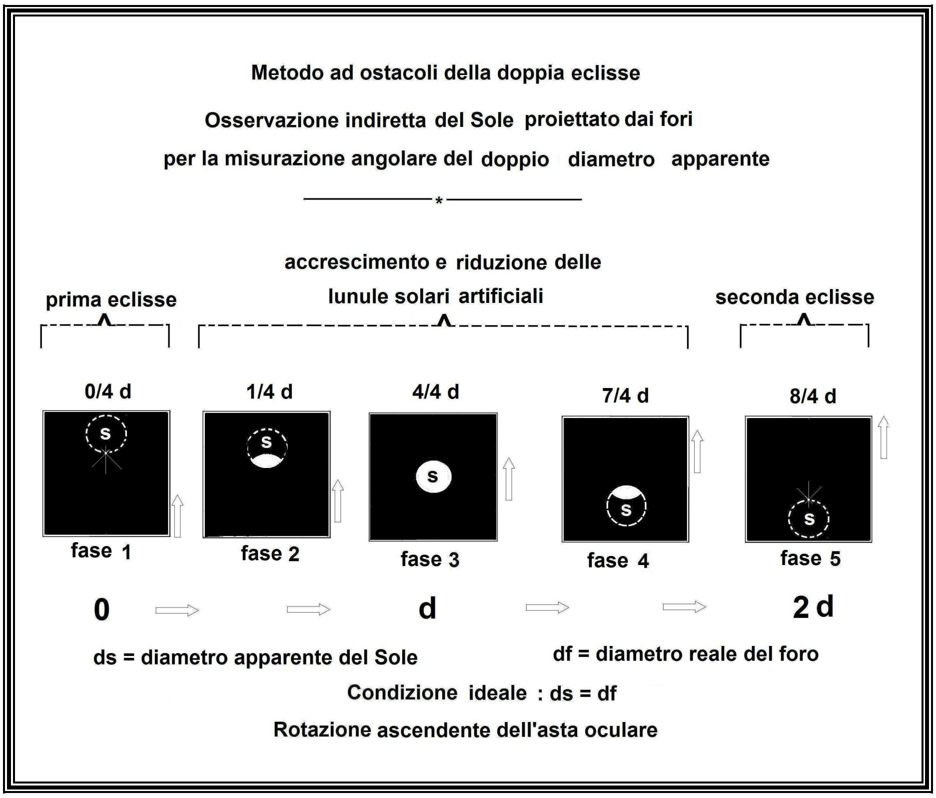

Fig.32

mediante l'ausilio della cordicella di bloccaggio **(Fig.31)**.
Questo permetteva di far coincidere esattamente a piacimento dell'operatore, il preciso istante comune dell'ultima lunula creata e proiettata, che poi faceva eclissare e quindi, di poter scegliere e determinare liberamente il preciso istante di coincidenza della linea o del punto comune tangente al foro, mediante una stima arbitraria di valutazione visiva, molto precisa che avrebbe consentito, un'ottimale misurazione angolare del Sole.

2) La riflessa luminosità indiretta (Luce/ombra) delle lunule solari proiettate dai fori strumentali e prodotte artificialmente, avrebbe probabilmente suggerito a Talete, come ci tramanda Aetius II.27 5, l'affermazione, che la Luna è illuminata dal Sole

3) Talete, con questo metodo, avrebbe misurato il doppio del diametro apparente del Sole col vantaggio di ottenere sulla fune circoscrivente il cerchio incorporato allo strumento, un'ampiezza doppia dell'arco orientato**(Fig.32),** rispetto a quella eventualmente rilevata per il singolo diametro apparente del Sole, realizzando inoltre un ridimensionamento ideale e progressivo del calcolo del rapporto divino, nonché ottenere, una vantaggiosa semplificazione nell'operazione di accumulo delle tacche di riporto ma anche, un eventuale ridimensionamento dello strumento stesso per una misurazione di verifica.

Un vantaggio notevole e non di poco conto se si pensa che il diametro apparente sia del Sole che della Luna, è visto esattamente sotto uno stesso angolo, pari a circa gradi 0,53°, ovvero di circa 32', e che Talete aveva quasi raggiunto col suo rapporto divino di 1/720, ponendolo, con i nostri calcoli, pari a 0,50° gradi **(46)**.
Con una unità di misura più piccola di riferimento e conosciuta all'epoca, pari al dito egizio, circa 1,88 cm, Talete ,disponendo dello stesso strumento, come abbiamo visto in precedenza e con un'asta oculare radiale di circa 107,75 cm di lunghezza, circa 2 cubiti egizi reali e con un foro perfetto pari a: 0,94 cm, avrebbe potuto stabilire il suo divino rapporto in scala, tra la grandezza del diametro del Sole e la lunghezza della sua orbita; secondo noi, nel seguente modo:

22. IL NUMERO DIVINO.

Predisponendo il distanziometro a strumento astronomico **(Fig.31)**, mediante l'applicazione di una grande ruota o cerchio solido in legno e metallo con diametro di circa 215,5 cm, con una conseguente circonferenza pari a circa 677 cm (circa 13 cubiti egizi reali) lungo la quale si sarebbe circoscritta una fune della stessa lunghezza che poniamo uguale a **"2p",** dove il semicerchio superiore di ampiezza

“p” rappresenta l’arco apparente di collimazione della calotta sferica celeste.

Poniamo poi con **“a”** l’ampiezza dell’arco orientato sulla fune circoscritta al cerchio; un intervallo individuato in ampiezza, dall’asta radiale di collimazione coi due estremi del diametro apparente del Sole.
Talete misurando, col preciso metodo indiretto della doppia eclisse, il doppio del diametro apparente, avrebbe pertanto individuato sulla circonferenza del cerchio dello strumento e quindi segnato sulla fune circoscrivente, il corrispettivo spazio dell’arco orientato occupante, pari a **2 a,** che sarebbe risultato equivalente all’unità minima utilizzata pari al dito egizio (circa 1,88 cm), raggiunta dall’ampiezza doppia dell’arco orientato, rispetto all’ampiezza del singolo diametro apparente del Sole, scavalcando con un siffatto strumento, il mezzo dito egizio.

Inoltre, con questo metodo, avrebbe ridotto a metà anche il numero delle tacche di riporto dove, da un numero di 720 sarebbero passate a 360, lungo lo sviluppo totale della circonferenza del cerchio e quindi, attorno allo sviluppo di una circonferenza circoscritta dalla fune, la quale, sarebbe stata, per comodità, distesa su un piano orizzontale in tutta la sua lunghezza; ovvero, 180 tacche per ogni semicerchio o per ogni metà della stessa fune.

Talete nell’orbita del dio egizio Ra.

Nel “seguire” il movimento iniziale di un Sole già alto sull’orizzonte, partendo da una qualsiasi e precisa ora del giorno, in un ideale viaggio orbitale, che compiva giornalmente il dio Ra intorno alla Terra, di durata pari a un giorno e a una notte fino all’alba successiva e raggiungendo la stessa ora iniziale di partenza, Talete avrebbe compiuto logicamente con lo strumento, in un tale ipotetico percorso zenitale, un giro completo con l’asta oculare radiale, la quale, avrebbe percorso in questo ipotetico viaggio e in modo circolare, tutto il cerchio dello strumento, che poniamo pari a **2p.**

Il numero divino accordato

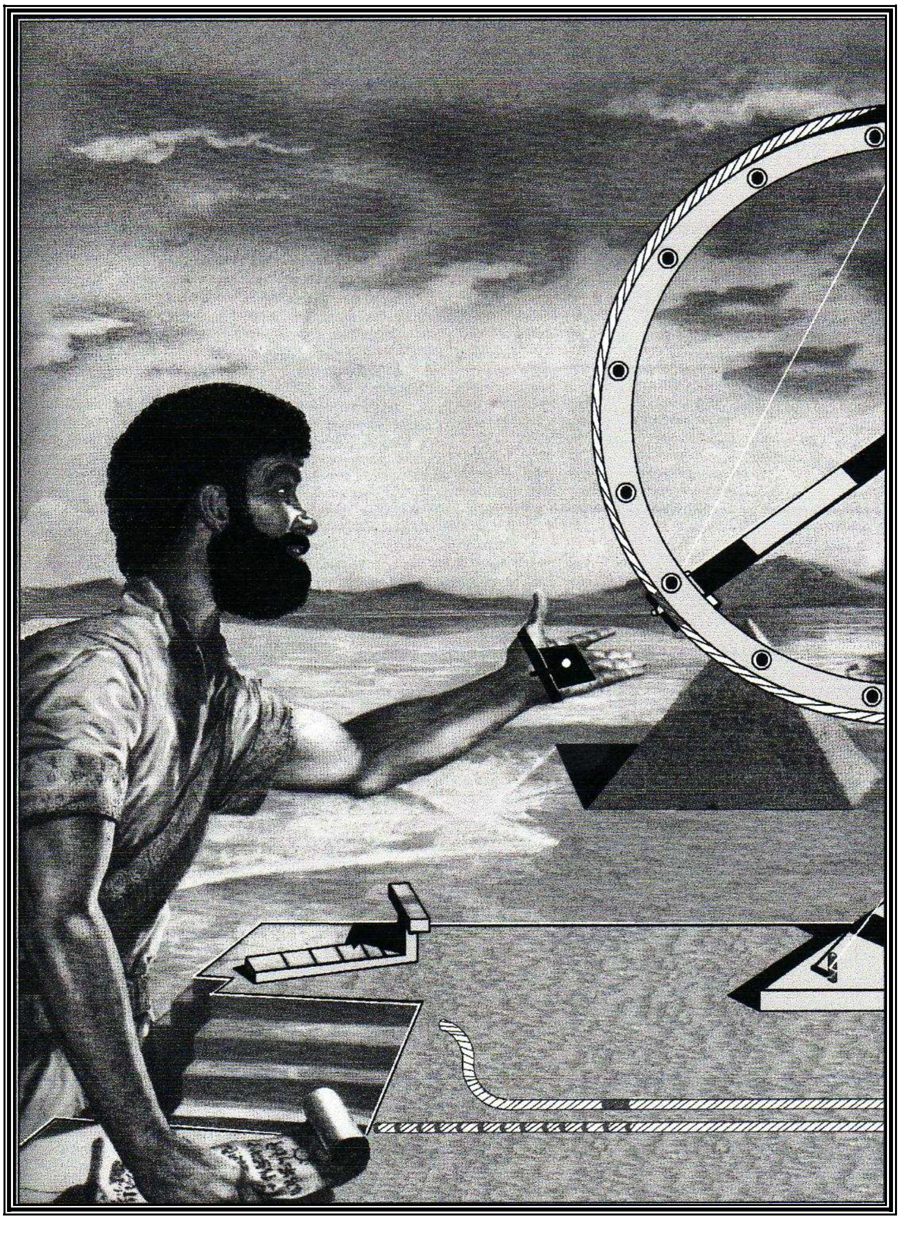

Fig.33

Talete poteva così ottenere un rapporto tra: l'ampiezza **"a"** dell'arco orientato sulla fune e corrispondente al diametro solare apparente, con l'intero sviluppo pari a **" 2p"** della fune stessa circoscritta al cerchio.

Poniamo ora con "D " tale rapporto , ovvero:

D = a/2p

Il rapporto doppio, col doppio diametro misurato, risulterà pertanto:

2D = 2a/2p

E' più plausibile che Talete calcolò il rapporto doppio, nel modo inverso, ovvero:

2p/2a = 1/2D

Trovando così, non un rapporto espresso in decimali, ma più semplicemente un numero intero, corrispondente a: "quante volte il Sole, col doppio del suo diametro, occupa la sua stessa orbita".

Col metodo indiretto della doppia eclisse, le 360 tacche risultanti, scaturite da un riporto della doppia misura **"2a"** segnata sulla fune circoscrivente e distribuite lungo l'intera fune distesa sul piano orizzontale, rappresentano il numero di volte in cui, il doppio del diametro apparente sta nell'intera orbita zenitale del Sole, oppure, è lo stesso se diciamo che: il doppio del diametro solare apparente, rappresenta 1/ 360 ^{mo} dell'intera misura della circonferenza ovvero, dell'intera orbita apparente del Sole; un numero intero di volte, che poi deve essere raddoppiato per ottenere quello esatto che indica il preciso numero di volte in cui il singolo diametro solare sta nella sua stessa orbita.

Ma Talete **(Fig.33)** è plausibile che semplificò ulteriormente il calcolo, dalle 360 volte sull'intera circonferenza o sull'intera fune, riportando il doppio del diametro: 180 volte sulla mezza fune o 90 volte sul quarto della fune oppure, 45 volte sull'ottavo della fune; il numero di riporto trovato, l'avrebbe poi, di conseguenza e rispettivamente moltiplicato, secondo l'ordine prescelto di frazionamento: per 2, per 4 , per 8 o per 16, onde ottenere il numero esatto cercato, cioè pari a 720 volte; oppure è lo stesso se diciamo che: il diametro solare apparente risulta pari a **1/720mo della sua intera orbita.**

Minore erano i riporti distribuiti lungo la fune distesa sul piano, minore risultava l'errore accumulato nell'operazione e quindi più preciso era il numero finale cercato.

Se l'ampiezza doppia, pari a un dito egizio, ottenuta sul cerchio o sulla fune, Talete l'avesse poi moltiplicata per : 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 30, 36 ecc.. incontrando così dei multipli pari al palmo, al piede **(47)**, al cubito ecc… gli avrebbe consentito di ridurre ulteriormente sulla circonferenza o sulla fune, anche il numero dei riporti, passando da 360 a: 180, 120, 90, 72, 60, 45, 40, 36, 30, 24, 20, ,18, 15, 12, 10 ecc, dovendo alla fine, moltiplicare semplicemente, il numero trovato rispettivamente per : 4, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 24, 30, 36, 40, 48, 60, 72, ecc…onde ottenere sempre quel numero intero esatto che doveva risultare pari a: 720.

Questo metodo, avrebbe consentito a Talete, non solo di ridurre conseguentemente l'accumulo complessivo dei riporti, ma anche di ridimensionare a piacimento la grandezza dell'asta oculare e quindi la grandezza o anche la fattezza dello stesso strumento a vantaggio della praticità e della precisione, permettendogli, di stabilire ulteriori verifiche strumentali dell'ampiezza angolare del Sole; per esempio, costruendo lo strumento col solo semicerchio sinistro e con una semifune ad esso circoscritta o col solo quarto di cerchio, precorrendo, in quest'ultimo caso, uno strumento di fattezza, molto simile al quadrante astronomico Tolemaico o al sestante nautico.

Questo risultato conclusivo ci permette di osservare che Talete poteva aver ideato il suo cannocchiale astronomico con un utilizzo dimensionale dimezzato rispetto al precedente e pertanto molto più agevole e preciso, operando con un diametro del cerchio di soli 2 cubiti reali egizi e quindi con l'asta radiale oculare, dimezzata ad un solo cubito reale e con un foro perfetto sull'obiettivo dimezzato di conseguenza a 0,47 cm, poiché non era necessario raggiungere sulla fune un'unità minima conosciuta e specifica qual'era il dito egizio a cui fare riferimento, in quanto lo scopo era quello di ottenere **"il numero divino",** ovvero, quel numero di volte in cui la parte visibilmente segnata sulla fune e coincidente al doppio del diametro solare apparente, stava esattamente nella sua lunghezza totale circoscrivente il cerchio, quest'ultimo, corrispondente all'orbita apparente del Sole; un trattino segnato sulla fune e ottenuto tramite il metodo della doppia eclisse, che nel caso specifico sarebbe stato pari al "mezzo dito egizio", cioè 0,94 cm e quindi, accettabile dall'acuità visiva per l'operazione distributiva di riporto lungo la fune distesa sul piano orizzontale.

Con gli stessi ragionamenti, è probabile che Talete avesse raggiunto il medesimo e preciso risultato se, l'ampiezza angolare del Sole l'avesse pensata in un'orbita o in un percorso azimutale ma è forse più facile pensare che, con gli stessi ragionamenti, Talete avesse certamente riscontrato lo stesso numero divino, anche per l'astro Lunare o viceversa.

23. L' EREDITA' DI TALETE.

Avviandoci così, verso la conclusione, possiamo dire che, se la geometria mediante probabile ausilio strumentale o "meccanica" iniziata da Talete era sì "rudimentale", suscettibile, sia per l'imperfezione costruttiva, sia per l'errore intrinseco strumentale ed estrinseco dell'acuità visiva e quindi per l'epoca Platonica, osteggiata e destinata per questo a breve durata, ma è altrettanto vero che comunque la si giudichi il suo apporto, sia come impiego precursore **della moderna topografia, dell'astronomia terrestre e nautica nonché della fisica sperimentale, sia come stimolo e interesse verso la stessa geometria e la filosofia naturalistica,** suscitato nei matematici, fisici, astronomi e filosofi posteriori, ha generato inequivocabilmente l'inizio della vera scienza e successivamente con Pitagora, l'inizio di quel nuovo impulso scientifico che ha prodotto, per fare solo un esempio, la mirabile opera degli Elementi di Euclide.

Possiamo concordare perfettamente col pensiero che **Bruno Rizzi** già espresse a conclusione del suo articolo:

"Ma altrettanto facile e doveroso è concludere che, contro tutte le possibili recriminazioni, la "lunga marcia" del pensiero occidentale fu iniziata inequivocabilmente con il "primo passo" di Talete"………… questo pensiero ci consente un collegamento, per un'ulteriore precisazione: **Talete** riamane l'erede legittimo della cultura dell'antico Egitto, che attraverso i sui innovativi contributi e degni successori ci ha tramandato e consegnato, nei secoli con una nuova e sempre più moderna veste, quel **"Sapere"** che oggi ci siamo abituati a chiamare semplicemente col nome universale di **"Scienza".**

NOTE COMPLEMENTARI.

1) Nell'articolo di Bruno Rizzi al par. 1 pag 294,295 leggiamo: "Talete si interessò a fondo anche di astronomia ed anzi gli furono attribuite tre opere: **Astronomia nautica**, Sul Solstizio e Sull'Equinozio (quest'ultime due, possibili parti della prima), riuscendo pure a predire l'eclisse di sole del 28 maggio 585 a. C., prima data **nell'astronomia** occidentale. Accogliendo la testimonianza di Eudemo, Talete fu il primo, tra i greci, a studiare l'astronomia e ad indagare i periodi, **con mezzi scientifici".**

2) Bruno Rizzi par.3 pag 301:
" L'opera matematica di Talete risentì potentemente della formazione e dell'impostazione che il pensatore ricevette in Egitto.

In un animo reso sensibile alle questioni metafisiche ed in una mente allenata alla sottile dialettica greca, ben si inseriscono le questioni geometriche che ormai da tempo gli Egiziani avevano maturato. In questo modo egli divenne l'intelligente **"tramite"** culturale tra Egitto e Grecia rivestendo quindi una posizione di primo piano sia nella **"continuità"** di fatto esistente tra geometria egiziana e geometria pitagorica, sia nel passaggio – maturatosi nella mentalità greca – dalla sensazione al ragionamento e da questo "all'intelligenza"**"**.

Inoltre Bruno Rizzi par 3 pag 303:
" Proprio a Talete, del resto, è dovuta la prima effettiva scoperta e valorizzazione **dei metodi** più che dei risultati, l'intuizione dei possibili sviluppi teorici, l'innesto nella mentalità e nello spirito greco.

Proprio con Talete la geometria si avviava ad una trattazione più matura e ad una forma più **"scientifica".** Proprio dopo Talete la geometria sarebbe entrata i una dimensione quasi divina assorgendo con Pitagora agli olimpi della scienza per se stessa, del pensiero per il pensiero, della pura ricerca**"**.

Ancora Bruno Rizzi par. 4 pag 303:
“È a Talete, pertanto, che si deve il sorgere del pensiero scientifico, la nascita **“ufficiale”** della scienza dell’occidente, l’abito logico e razionale acquisito dalla scienza. E, del resto, tutte le testimonianze pervenuteci fanno risalire a Talete una somma di scoperte matematiche che certo ai nostri occhi (smaliziati da secoli di progresso scientifico) possono apparire piuttosto ingenue, ma che pure rivelano notevolissimo spirito matematico e grande intuizione**”**.

3) Bruno Rizzi par.5 pag 306:
“Del brano esistono interpretazioni assai diverse, quasi una per ogni autore. Ad esempio Timpanaro Cardini così traduce: “affrontando alcuni problemi in modo più generale, altri in modo più pratico. Però katholi-kòteron, oltre che **“più generale”,** vuol dire “più in astratto”, “in modo più universale”, da contrapporre a aisthetikòteron che si rende con **“più pratico”,** ma anche con “più concreto”, “**più sensibile””.**

Bruno Rizzi alla nota 27 di pag. 303 specifica:
“Abbiamo dato un numero d’ordine alle testimonianze. Le prime cinque sono tratte da Proclo,Commento al I libro degli Elementi di Euclide,………la sesta e la settima testimonianza sono di Diogene Laerzio, cfr. Maddalena, Ionici cit p. 27 e p. 29.**”**

4) Bruno Rizzi par 5 pag 307e 308 :
“ In questo “risultato” si può vedere il più semplice esempio di applicazione del criterio dimostrativo cosiddetto **“per simmetria””.**

Ancora a proposito di questa proprietà c’è da segnalare la singolare presa di posizione di Zeuthen (Sur les connnaìssances géométriques des gresc) per il quale “un diàmetre décompose un cercle en deux parties égales, voilà une vérité assez évidente pour qu’on en fît usage sans se donner la peine de l’énoncer formellement et de la démontrer”.

Non ci sentiamo di appoggiare un’interpretazione come questa, visto che secondo noi proprio la necessità di **“contemplare”** il cerchio e di evidenziarne la simmetria prefigurano quel notevolissimo salto qualitativo che dalla svigorita matematica empirica fa passare in modo forse incompleto e inconsapevole alla matematica come scienza razionale. Né del resto per gli stessi motivi possiamo essere d'accordo con Neugebauer (Le scienze esatte…. Cit, p. 179) quando (con riferimento alla proprietà del cerchio sopra ricordata) scrive: "Questa storia riflette chiaramente l'atteggiamento tipico di un periodo molto più avanzato, allorché era diventato chiaro che fatti di questo tipo richiedono una dimostrazione prima di potere essere utilizzati per ulteriori teoremi".

Più in generale ancora, in margine alla prima proposizione, ci si può chiedere quale sia il suo significato più risposto, quale la sua motivazione. Può trattarsi di un "elemento" **di una costruzione più complessa** (ad esempio quella relativa alla determinazione del centro di una circonferenza); può però, anche trattarsi di un'osservazione, di una puntualizzazione (è l'opinione di Moriz Cantor, ripresa anche da Heath) suggerita a Talete dalla divisione del cerchio in settori uguali, mediante 2, 4, 6 diametri che compaiono nei monumenti egizi (e su alcune monete con cui si pagavano i tributi); il "teorema" richiamerebbe allora il più semplice caso di divisione.

Ma la proprietà è stata intuita o dimostrata? "Va osservato,scrive Frajese, che mentre tutti gli storici son d'accordo nel negare che dimostrazione vi sia stata, solo il Cantor prende inspiegabilmente la cosa sul serio e dice che 'la dimostrazione (Beweis) non ci è nota per alcun indizio"

Riferendoci ancora al Commento, vi è data una dimostrazione per assurdo che supera, e di molto, il valore contingente della testimonianza di cui stiamo dicendo. Scrive dunque Proclo: "immaginiamo condotto il diametro e sovrapposta una parte del cerchio all'altra; se non è uguale..." vi è dunque una reductio ad absurdum che pur può essere attribuita a Talete tenuto conto di alcuni recenti studi che hanno fatto risalire a prima di Platone, agli Eleati (almeno) questo procedimento di acquisizione di un teorema**"**.

Proclo ci dice “che Talete fu certamente il primo a dimostrare che il cerchio è bisecato dal diametro; ma che la casa della dicotomia è **l’inflessibile avanzata** della retta attraverso il cerchio”

Notare, come in questa testimonianza, si evidenzia un aspetto **esplicitamente dinamico** del diametro sul cerchio con fulcro o perno di rotazione, nel centro.

5) Bruno Rizzi par.5 pag 309:
“È opportuno rilevare che, in questo caso Proclo non parla di dimostrazione, **ma d’invenzione,** precisando come “egli sia stato il primo ad intuire ed affermare”**”**.

6) Bruno Rizzi par. 5 pag 309:
“La quarta testimonianza riportata è ancora relativa agli angoli.
Euclide, giudicando il teorema degno di dimostrazione scientifica, **lo inserisce negli Elementi** (I, 15). Certo si rimane perplessi sulla necessità di valorizzare questo risultato, basta infatti riferirsi ad un altro degli angoli formati dalle due rette, per ottenere due piatti ecc. È necessario osservare però che questi angoli non erano considerati da Euclide (né dai Greci)**”**.

7) Bruno Rizzi par 5 pag 309 nota 49 :
“Secondo criterio di uguaglianza dei triangoli (I,26): se due triangoli hanno due angoli uguali rispettivamente a due angoli ed un lato uguale ad un lato, o quello adiacente agli angoli uguali o quello che è opposto ad uno degli angoli uguali, essi avranno anche i lati rimanenti uguali rispettivamente ai lati rimanenti, è l’angolo rispettivamente uguale all’angolo rimanente. Il criterio espresso dalla I,26 ed usualmente indicato come “secondo criterio di uguaglianza dei triangoli” in realtà è il terzo. Esso segue infatti la I,4 e la I,8 che seguendo la nomenclatura ormai consolidata, vengono indicate rispettivamente come primo e terzo criterio di uguaglianza dei triangoli**”**.

Ancora Bruno Rizzi par. 5 pag 310,311 e 312 :
“Giustamente Zeuthen ha notato che questo criterio si potrebbe rilevare in tutto il suo “peso” teorico se solo fosse “raccordato” a

proposizioni simili ed in qualche modo connesse. In mancanza, quindi, di un tale contesto egli ritiene che ”…il faut y voir comme explication que la tradition on aurait mis sur le compte de Thalès certaines opérations pratiques, à l’établissement théorique desquelles la proposition en question est nécessaire…”.

Dunque Zeuthen sembra propenso a negare a Talete la “paternità” della proposizione nel suo significato logico.

E in effetti, questa appare enunciata senza alcun riferimento ad un contesto più ampio (che pure presupporrebbe), si può anche essere indotti a formulare l’ipotesi (abbastanza verosimile) **che la proposizione magari oscuramente “intuita” da Talete, gli sia stata attribuita solo successivamente.** Che fosse, insomma, una sorta di “tributo” dei successori alla memoria del vecchio maestro. Infatti anche se Talete non fu proprio un “maestro”- come lo furono Pitagora, Socrate, Platone, Aristotele – fu di certo colui che più di ogni altro **sollecitò all’indagine scientifica e speculativa** i pensatori della scuola milesia.

Si deve infatti tener presente che Talete fu il primo tra i greci ad **intraprendere ricerche** matematiche di un tale grado di consistenza, da permettere ai pitagorici di scoprire – per citare solo un esempio – i poliedri regolari e giungere con Ippocrate di Chio, Teodoro di Cirene e Archita di Taranto a **risultati che lasciano sbalorditi.**

È comunque un fatto, tornando alla proposizione, che il modo con cui Talete era in grado di valutare la distanza di un ”punto in mare” ha scatenato nella critica posteriore una ridda d’ipotesi; la più nota è quella di Tannery. Il procedimento è uno dei più semplici e dei più seguiti; in esso gioca un ruolo essenziale l’uguaglianza degli angoli opposti al vertice (uno dei risultati di Talete). Osserva Tannery che la costruzione è “impraticabile dans la plupart des cas”, tuttavia “il n’y a aucun motif sérieux pour l’écarter quand il s’agit de Thalès”.
Questi motivi esistono, ha fatto osservare Ettore Bortolotti (Cfr. Notarelle di Storia della Matematica ed in particolare il paragrafo 2.Era noto a Talete il cosiddetto teorema di Talete? ” Periodico di

Matematiche”s. IV, X, 1930,p.228 sgg.), in quanto per il calcolo della distanza occorrerebbe uno spazio sulla costa completamente sgombro e due osservatori in collegamento davvero problematico fra loro.

Altre ipotesi, che si basano sull’abilità “ingegneristica” di Talete, sono state formulate da **Heath** il quale ha immaginato la determinazione eseguita con uno **“strumento”** (una specie di angolo retto “solido”); l’avvistamento dall’alto di una torre consente di individuare tre vertici di un triangolo rettangolo, che uniti all’altezza della torre fanno risalire, tramite similitudine, alla distanza della nave da terra. Questo metodo trascura il secondo criterio d’uguaglianza, esplicitamente richiamato nella testimonianza e fa uso della similitudine non riconosciuta, generalmente, tra le acquisizioni matematiche di Talete.
Lo stesso Heath ha suggerito di usare in modo diverso **uno strumento analogo al precedente.** Posto un lato sulla verticale tramite un filo a piombo, con la stessa apertura d’avvistamento della nave, si **“cerca”**. **un oggetto da “memorizzare” sulla spiaggia. La distanza dell’oggetto dalla base di avvistamento, tenuto conto della I, 26 degli Elementi è la distanza cercata.**

Il procedimento (usato poi da un ingegnere napoleonico) è interessante, ma ha pur esso dei limiti. **Noi, per l’ambiente in cui è vissuto Talete, per il suo interesse astronomico (rivedere nota punto 1), per la lunga storia della matematica babilonese ed egiziana, che verosimilmente Talete ha conosciuto, non troviamo azzardata l’ipotesi di Heath”**

Anzi, se pur con accorgimenti diversi, riteniamo che sia quella, che più si avvicina alla nostra, oggetto del presente lavoro.

8) Bruno Rizzi par.5 pag 318 e 319:
“Il sacrificio del bue, attribuito a Talete da Diogene Laerzio, è in altro momento riferito a Pitagora. Maddalena ha fatto osservare o che Diogene abbia confuso questo teorema con quello di Pitagora (e la cosa ci appare inverosimile) o abbia pensato che Apollodoro attribuisce a Pitagora il risultato che Panfila attribuiva a Talete.

Rileviamo infine che in questa testimonianza non si parla di dimostrazione.

Conformemente a quanto sopra sostenuto, pur trattando di proprietà relative agli angoli, paradossalmente non ne garantisce l'acquisizione del concetto generale, tuttavia da essa traspare il maggior risultato scientifico conseguito da Talete. E inoltre è possibile individuare, almeno in potenza, un duplice atteggiamento:

statico qualora avesse fatto riferimento ad un unico semicerchio e ad un unico triangolo, dinamico pensando alle "successive" posizioni assunte da un punto sul semicerchio".

9) Bruno Rizzi par.5 pag 319:
" Questa testimonianza ci riporta alla questione, già accennata, della conoscenza o meno, da parte di Talete, della similitudine. Questa è di per se concetto semplice ed intuitivo, su di essa avevano lavorato pur con i loro limiti empirici e finalistici, gli egiziani. Nulla vieta pertanto di pensare che Talete ne abbia fatto qualche significativa (elegante o generale) applicazione**"**.

(10) Bruno Rizzi par.5 pag 316, 317 e 318:
" Bisogna comunque riconoscere che le intuizioni e le nozioni di Talete relative agli angoli non erano poi del tutto elementari ed empiriche. Percy J. Harding (Cfr The geometry of Thales, Congrès International des Mathèmaticiens,Cambridge 1912pp.533-538) a questo proposito evidenzia tre differenti stadi per l'acquisizione della nozione di angolo. Nel primo si tratta i una posizione veramente primigenia nello sviluppo della conoscenza, una "intuizione" visiva di chi elementarmente considera l'angolo come una porzione di piano, o meglio di spazio. In una concezione di questo tipo non trova evidentemente posto la nozione di misura; **ma al più quella di forma**. Stadio più progredito è invece quello in cui l'angolo assume caratteristiche che potremmo dire "euclidee" visto che viene già **considerato come inclinazione e si comincia a intravvedere, anche se in maniera piuttosto confusa, la correlazione tra angoli e grandezze.** Finalmente, l'ultimo passaggio, il terzo, porta alla

connotazione definitiva di angolo come grandezza. Nella triplice distinzione dell'indagine conoscitiva sulla nozione di angolo, **Talete occupa a nostro avviso il quadro intermedio.** Superata la considerazione empirica di angolo come porzione di piano (o di spazio) e non ancora pronto al "salto" definitivo, il terzo, di angolo come grandezza, Talete si ritira in una posizione che è tipico trait d'union tra una e l'altra. **La conferma di questa ipotesi sta del resto nella terza testimonianza in cui si dice che Talete "secondo l'uso più antico", chiamò simili, anziché uguali, gli angoli alla base di un triangolo isoscele; questo fa ritenere che gli angoli fossero considerati piuttosto come figure con una specifica forma che come grandezza**. La conferma la si trova però anche nel fatto che gli Egiziani erano con ogni probabilità fermi al secondo stadio e Talete matematicamente, era cresciuto nella cultura egizia. **E che pure gli egiziani si trovassero ad occupare la stessa posizione intermedia** sembra, ad un'analisi più approfondita, molto più che una semplice supposizione. La prova definitiva la si ha da quel famoso seqt, sorta di cotangente ante-litteran, quasi un algoritmo, certamente un potente strumento nelle mani degli ingegneri egiziani per controllare l'inclinazione, sulla base delle facce laterale delle piramidi. Informazioni piuttosto precise, su questo punto, si ricavano a partire dal problema 56 del papiro di Rhind.

Gli egiziani misuravano l'angolo tra le facce laterali di una piramide e la base di una piramide con il **seqt,** ossia con il rapporto tra la profondità – misura in mani – e l'elevazione – misure in cubiti, ossia sette mani. Detto rapporto risultava vicino alla nostra cotangente. Al seqt era dunque riservata solo una funzione di ausilio per le costruzioni, richiamava l'idea della parte di spazio sottesa, l'angolo da esso "controllato", era considerato a sé, non nel contesto più ampio tipico della sua completa acquisizione.

Gli egiziani usano dunque gli angoli, ne comprendono l'importanza per costruire, ma l'idea di collegamenti tra angoli non si fa ancora strada, conseguentemente non si eseguono le operazioni tipiche delle classi di grandezze. **Va comunque sottolineato che Talete, pur non essendo pervenuto alla completa accezione di angolo, è riuscito**

ugualmente a conseguire risultati che secondo altri autori, postulano in Talete la nozione di angolo come grandezza. E questi probabilmente, proprio in forza di quella straordinaria intuizione che gioca un ruolo fondamentale nella "concezione contemplativa" e chi gli permetteva, in qualche modo, di conseguire quei risultati che l'intuito già vedeva distintamente quando invece la ragione stentava addirittura a scorgerli**"**.

11) Bruno Rizzi par.5 pag 315 e 316:
" Per quanto attiene ai risultati matematici di Talete, e più in generale al livello matematico raggiunto "in epoca prepitagorica", è essenziale chiedersi se al tempo della scuola ionica fosse noto il teorema sulla somma degli angoli interni di un triangolo. Su questi punto possediamo due importantissime testimonianze. **Una è di Proclo**, il quale commentando la I, 32 (nella quale Euclide dimostra il teorema) scrive: "… il peripatetico Eudemo fa risalire ai Pitagorici l'invenzione del teorema che ogni triangolo ha gli angoli interni eguali a due retti, e dice che l'hanno dimostrato nel modo seguente: sia il triangolo ABC, e si conduca per il punto A la retta DE parallela alla BC. Allora… Perciò i tre angoli di un triangolo sono eguali a due angoli retti. Tale dunque è la dimostrazione dei Pitagorici…".

L'altra è di Eutocio il quale evidenzia i progressi fatti nella teoria delle sezioni coniche con l'opera di Apollonio, mediante questa i tre "tipi" di coniche potevano finalmente essere considerati "insieme"; il tipo essendo **determinato dalla diversa inclinazione di un piano rispetto all'asse** (si passa dunque con "continuità" da un tipo di coniche ad un altro nel modo più semplice possibile e cioè mantenendo fisso i cono intersecato).

Eutocio avvicina la visione unitaria delle coniche alla dimostrazione, dello stesso carattere, del teorema sulla somma degli angoli interni di un triangolo; una questione che deve aver a lungo occupato il pensiero dei primi geometri.

Egli scrive "**come gli antichi dimostrarono il teorema dei due retti prima per ogni tipo di triangolo, cioè prima per l'equilatero, poi**

per l'isoscele ed infine per lo scaleno, mentre coloro che vennero dopo dimostrarono il teorema in forma generale gli angoli di un triangolo presi insieme formano due retti. Così nelle sezioni del cono…".

Il teorema viene presentato dunque **da Eutocio come un esempio di gradualità.** Prescindendo da questa considerazione, nei passi riportati compaiono **gli "antichi",** i successori di questi e i pitagorici. Nulla consente, attenendosi strettamente alle testimonianze, **di assimilare Talete ad uno degli antichi geometri che dimostrarono il teorema sulla somma degli angoli interni di un triangolo.** Manca infatti ogni motivo per giustificare la dimenticanza di Proclo, il quale cita piuttosto frequentemente Talete**"**.

12) Bruno Rizzi par.5 pag 301 e 302 e nota 24:
" Infatti se è pur vero che la matematica egiziana fu "ispirata" da preoccupazioni essenzialmente pratiche non per questo si è autorizzati a pensare che i risultati raggiunti fossero di poco conto. Lo testimoniano inequivocabilmente gli stessi papiri di Rhind (circa 1650 a.C.) e di Mosca (circa 1850 a.C.).

Il primo si presenta come un eserciziario con correzioni da parte di un maestro (pedagogo), il secondo sembra un trattato di aritmetica con spunti, che, se è troppo definire di aritmetica razionale, certo evidenziano la necessità dello spirito egiziano di misurarsi anche con problemi "logico-enigmistici". Si ha ragione di pensare che questi non siano stati i risultati più "interessanti" della geometria e matematica egiziana, considerato il fatto che i papiri in questione risalgono ad un'età buia della civiltà egiziana. Inoltre se particolarmente brillanti per intuizione ed abilità sperimentale sono i procedimenti descritti nei due papiri, non meno importante è la potente indicazione metodologica che da essi emerge. I due papiri citati sono sempre stati oggetto di studio per le novità e le scoperte che da essi via via emergono; cfr., ad esempio, C.S. Roero, sul problema n. 79 del papiro Rhind, "atti dell'accademia delle scienze di Torino" vol. 111 (1976-77), pp.279-283**"**.

Joran Friberg, Unexpected LINKS between EGYPTIAN and BABYLONIAN Mathematics, World Scientific, 2005

13) . Come abbiamo già visto,queste Civiltà potamiche e ancor prima, una probabile e arcaica Civiltà Madre, avevano già scoperto nella loro scienza primigenia, le basi primordiali di una forma “empirico – deduttiva” rimodernata successivamente e mirabilmente dai Greci.

Questa forma “empirico – deduttiva” era, per la geometria, già intrinseca nelle leggi fisiche della natura e ha coinciso per l’uomo con l’esperienza sperimentale più primitiva del mondo visivo circostante e **nelle riproduzioni geometriche primordiali, quest’ultime, Euclide le identificò come: “postulati”.**

Mentre l’algebra - geometrica, era già intrinseca nelle leggi costruttive della statica o dell’architettura e ha coinciso, con ogni probabilità, solo con la scoperta primordiale del mattone, con l’esperienza edificatoria dell’uomo: **nella misura, nella trasformazione, nel confronto e nella somma tra differenti grandezze,** associata ad una presa di coscienza delle proprietà più primitive dell’equivalenza: **il confronto e la trasformazione delle aree di figure rettilinee e la loro somma; queste esperienze e proprietà primitive Euclide le identificò come: “nozioni comuni”…….** Due palmi delle mani che si sovrappongono in perfetta coincidenza, danno una prima dimostrazione empirico - deduttiva dell’identità e dell’uguaglianza, con la più primitiva applicazione di una proprietà elementare dell’equivalenza.

Il mattone è stato come la scoperta di una straordinaria particella elementare che ha facilitato a squadrare il più primitivo mondo visivo circostante dell’uomo, dove, prima della non facile individuazione e contemplazione del quadrato o del rettangolo (forse intravisti nelle ombre, in giochi con le dita delle mani, negli intrecci dei rami, tra la verticalità di due tronchi d’albero prospicienti il mare…ecc), era predominato dalle forme geometriche primigenie esistenti nella natura e nelle sue leggi fisiche: punti e rette, gravitazionali terrestri e raggi solari celesti, materiali e luminosi, piani, sfere, semisfere, lunule, cilindri, coni, tronchi di cono, spirali, elicoidi, traiettorie paraboliche, ombre e sezioni ellittiche, cerchi, semicerchi e cerchi concentrici intersecanti (per esempio: due sassi gettati contemporaneamente o in rapida successione in uno specchio d'acqua; il piano naturale per eccellenza) ecc.

La realtà matematica, in un certo senso, è già dentro i codici della natura stessa delle cose e in perfetta simbiosi con l'uomo, che dallo scorrere delle sue esperienze più primitive del mondo, la scopre e la estrae man mano che l'umanità si evolve nelle naturali necessità e sfide della vita quotidiana.

Ad esempio, con la scoperta del mattone e delle sue applicazioni pratiche, l'uomo ha realizzato, con le necessarie costruzioni urbane, una sezione a "modulo quadrato" che sarebbe scaturita quasi obbligatoriamente dalle leggi costruttive della statica e dalle operazioni tecniche, sfociando in un'implicazione algebrica, con tutta la naturale potenzialità che conteneva, mediante l'osservazione delle nozioni più primitive dell'equivalenza, emergenti e schematizzate da questa sezione, scoprendo ed estraendo così, nel sfidare l'incognito, quelle basi empirico – deduttive primordiali, fondamentali per la matematica del suo futuro e rielaborate successivamente dall'uomo, per il futuro della matematica stessa.

Vedere Aldo Bonet, , Periodico di Matematiche, Mathesis, n° 3, 2008., da pag 33 a pag 78 , allegato 11.

14)) Bruno Rizzi par.5 pag 305:
" Talete, figlio di un popolo culturalmente raffinato ed elegante non si limita ad assimilare le scoperte egiziane ma ne intuisce i risvolti, collega i modi di procedere, enuncia teoremi.

Anzi la matematica con le civiltà precedenti a Talete era giunta, se si guardano le cose con gli occhi critici di oggi ad un punto di crisi. Aveva si, come abbiamo esplicitamente osservato ottenuto eccezionali risultati ma non aveva ancora compiuto alcuna analisi su se stessa **(analisi a questo punto necessaria per ottenere nuovi metodi e nuovi strumenti d'indagine),** non si era interrogata sulla legittimità dei procedimenti usati per risolvere i problemi meritatamente celebrati**"**.

15) Bruno Rizzi par.6 pag 321 e 322:
" Il dato che con forza e più evidenza traspare dai "risultati" conseguiti da Talete nelle sue indagini scientifiche è, senza alcuna possibilità di equivoco, una comune caratteristica di **"simmetria".** Proprio in virtù della straordinaria maturazione dell'idea di simmetria, Talete riuscì a "costruirsi" quasi demiurgicamente la mentalità indispensabile per conseguire, con evidenza immediata, tutti i risultati**"**.
Silvio Maracchia, Talete nello sviluppo della geometria razionale, "Cultura e Scuola" n°37, gennaio- marzo 1971.

16) I filosofi di Mileto, discepoli della scuola fondata da Talete in Grecia, presentavano un spiccato carattere di osservatori attenti e curiosi, con uno **spirito essenzialmente pratico,** capaci di elaborare nuove tecniche. Con Talete di Mileto si passa da una spiegazione mitologica della natura, allo studio dei fenomeni fisici e degli eventi naturali mediante una spiegazione razionale basata sull'osservazione diretta e l'indagine empirica, **cercando a nostro avviso, di spiegare i fenomeni sulla sensibile dimostrazione strumentale che portasse il tutto a percezione distinta ciò che facilita poi, il convincimento.**

L'interesse di Talete per le forze misteriose della natura è presente in un passo del *de Anima* di Aristotele.

Bruno Rizzi par.2 pag 300:
" Da quello che ricordano, sembra che anche per **Talete** l'anima fosse qualche cosa di movente, se **diceva che anche la calamita ha anima perché muove il ferro".**

L'ipotesi del metodo sperimentale o dimostrazione strumentale, ci sembra la più verosimile, sia per l'ambiente , sia per l'epoca in cui visse Talete, sia per il suo interesse astronomico e per la sua predilezione nel carpire e studiare gli elementi primordiali e

sensibili presenti nei principi più primitivi della natura e starà alla base di tutto questo nostro lavoro.

17) Nel Libro di Kitty Ferguson ,La musica Di Pitagora,Longanesi 2009, pag 92 si legge che lo studioso Jacob Bronowski nel suo Libro The Ascent of Man,1973 sottolineò che: **"..gli angoli retti fanno parte dell'esperienza più primitiva e primordiale del mondo:** il nostro mondo visivo si fonda su due esperienze che la gravità è verticale, e che l'orizzonte sta ad angoli retti con essa. Ed è questa congiunzione, questo incrocio di linee nel campo visivo, a fissare la natura dell'angolo retto**"**…Per esempio, un filo a piombo che collima la sponda opposta di un lago o l'orizzonte del mare.

18) Si noti la frase **"perché tu (Talete) senza alcuna fatica o istrumento…";** ciò vuol dire, che Plutarco deve aver saputo che questo metodo, si svolgeva con facilità pratica e senza far uso di alcun strumento di supporto; cosa quest'ultima anomala in Talete, data la sua probabile predilezione all'indagine mediante utilizzo strumentale, tanto da farsi notare come una rara eccezione al suo stile inconfondibile presente in modo costante e uniforme nei teoremi attribuitigli e che esamineremo in seguito.

19) Il concetto di "conservazione della forma" è sostenuto da**: Tullio Viola e Bruno Rizzi** in una nota **"dalla contemplazione ideale delle figure geometriche nell'uomo primitivo a quella della geometria razionale attraverso l'opera di Talete di Mileto"** estratti dagli atti dell'accademia delle scienze di Torino, vol. 114 (1980) pag. 357., e da **S. C. Roero e Livia Giacardi** nel libro "la matematica delle civiltà arcaiche" stampatori didattica (1978) pag. 190.

20) Notare che, la tecnica empirica in questo caso **riecheggia coi primi due postulati del Libro I degli Elementi** ma possiamo constatare che, **anche gli altri tre postulati rimanenti**, con quanto vedremo nel lavoro, riecheggiano con tutta la tecnica di Talete, fondata sull'evidenza visiva, che serviva nell'antica scienza geometrica, per **determinare l'inaccessibile**.

D’altra parte, i cinque assiomi (o nozioni comuni) dello stesso Libro I degli Elementi, riecheggiano tutti con la tecnica empirico – deduttiva del diagramma d’argilla delle Civiltà arcaiche, basato anch’esso sull’evidenza visiva, che serviva nell’antica scienza dell’algebra geometrica, per **determinare l’incognito**. Non a caso Talete e Pitagora, sono citati da Proclo nel suo Commento al Libro I degli Elementi, poiché sono stati i due motori propulsori dell’antica scienza matematica, **i due pilastri principali sui quali poggiano le fondamenta della più grande raccolta matematica dell’antichità, completata da Euclide.**

(**Ved. Aldo Bonet, Periodico di Matematiche ,Mathesis, n°3 del 2008, da pag33 a pag 78, e in particolare le Fig. 9 e 10 con l’allegato n°11)**

Gli Elementi di Euclide, A. Frajese e L. Maccioni ,U.T.E.T 1970, pag. 71,73,74,75, dove il termine **“uguali”,** usato negli assiomi, deve intendersi come “coincidenti” o **“equivalenti”.** La parola uguale (ìsos) viene usata da Euclide nel senso dell’uguaglianza estensiva e corrisponderebbe per i poligoni, al nostro termine “equivalente” e dove, la stessa parola **“ cose”** usata nelle “ nozioni comuni” del primo Libro degli Elementi, si ritrova anche nelle tavolette dell’algebra geometrica babilonese per indicare: **“ ..le cose accumulate…ecc.”**

Luigi Borzacchini in : Il Computer di Platone, Edizioni Dedalo, 2005 a pag 256,257 scrive: “ Cosi in Euclide, ma anche in Platone, Aristotele, Autolico, Eudemo…….isos nel senso di “coincidenti” viene infatti soprattutto usato per enti geometrici semplici (lati, angoli, triangoli isosceli), mentre in senso di “equivalenti” nell’algebra geometrica, viene usato per figure complesse (parallelogrammi, segmenti di parabola)”.Il fatto che……….,isos venga già usato per indicare l’uguaglianza in termini di algebra geometrica……già alla metà del V secolo a.C……Possiamo concludere che forse le prime 34 proposizioni del I libro degli Elementi riguardino la parte più antica della geometria,……….mentre le altre proposizioni riguardino la……algebra geometrica,…..tramite una serie di trasformazioni fondate sugli assiomi dell’uguaglianza……”.

21) Il secondo criterio di uguaglianza dei triangoli pervenutoci non viene menzionato da nessun biografo dell'antichità e, ciò probabilmente, in quanto implicito nel metodo adoperato, sotto una forma più istintivamente applicata che scientificamente compresa, come invece, doveva essere utilizzato alla base per la determinazione della distanza di una nave in mare, ma comunque, probabilmente intuito in forma empirica o solo istintivamente utilizzato.

22) Il concetto empirico di "traslazione" come si è visto nei punti precedenti, ricorre assai frequentemente nel metodo.

23) G. Allman (Greek geometry from Thales to Euclid,Dublin 1889, p.13) attribuisce a Talete la nozione di luogo geometrico, che in genere si fa risalire alla scuola di Platone.

24) Faccio notare inoltre che, l'ipotetica tipologia dello strumento è stata disegnata sulla base degli strumenti più antichi tramandatici da Erone di Alessandria (62 d.C.) e Tolomeo di Alessandria (circa 140 d.C.), di quest'ultimo, trova una certa analogia tecnica il *triquetrum.* Vedere: **Charles Singer, Breve Storia del Pensiero Scientifico, Einaudi 1961, pag. 89, 94, 95, 96.**

25) Dal metodo emerge che il 2° criterio di uguaglianza dei triangoli, necessario per il metodo, poteva essere empiricamente intuito o solo istintivamente applicato da Talete e che la proposizione vera e propria gli sia stata attribuita solo successivamente

.**26)** Carl B. Boyer, Storia della Matematica, Mondadori, 2008, pag 229,230.

27) Che la ricerca stessa non disdegnasse le applicazioni pratiche e, pure in Platone, provato da un brano della Repubblica (600 a.C.) in cui si fa il paragone tra Omero e Talete, mostrando che di Omero non si parla come di **persona valente nella pratica**, e che di lui non si ricordano molte **abili trovate** in attività varie**, come invece si ricordano per Talete il Milesio** (e Anarchi lo Scita).

Non dobbiamo dimenticare che questo metodo di indagine è stato praticato da Archita da Taranto (430 – 365 a. C.) e da Eudosso da Cnido (410 – 370 a.C.), scolaro di Archita e contemporaneo di Platone; **dal Libro di Friedrich Klemm , Storia della Tecnica, Feltrinelli, 1966, a pag 15 leggiamo in proposito:**
“ per rendere meno ardua la geometria essi avevano risolto mediante esempi meccanici concreti quei problemi geometrici che non potevano essere immediatamente compresi. Così avevano **risolto per via meccanica il problema** dei due segmenti medi proporzionali, come fondamento per la risoluzione di molti altri problemi, impiegando a tale scopo dei mesolabi derivati da curve e sezioni coniche. **Platone tuttavia ne era rimasto afflitto e li aveva rimproverati**, deplorando che essi in tal guisa tradissero lo spirito della geometria, trasportano questa scienza dal campo delle cose irreali ed astratte a **quello degli oggetti sensibili** e impiegando oggetti che si addicevano ai comuni e rozzi operai. A seguito di tali considerazioni la meccanica venne scissa dalla geometria e per lungo tempo fu disprezzata dalla filosofia pura **“**; forse è per quest’ultima ragione, che le notizie pur frammentarie intorno a Talete, e quindi per una forma di timore a degradare l’immagine e l’opinione stessa nei riguardi del grande e saggio Maestro, non hanno potuto formarci alcune idea chiara e completa circa il modo con quale presentava il suo insegnamento.

28) Dal riassunto di Proclo: ..... Dopo di loro (Talete e i suoi seguaci e degni successori) Pitagora trasformò questo studio (la geometria) in una forma di insegnamento liberale, investigando dall’alto i suoi principi, e investigano i teoremi astrattamente e intellettualmente, ecc........

29) Silvio Maracchia, Talete nello sviluppo della geometria razionale, ”Cultura e Scuola” n°37, gennaio- marzo 1971.

30) Bruno Rizzi par.6 pag 322:
“ Giambico - pur con tutte le incertezze che accompagnano le testimonianze di questo commentatore - **attribuisce a Talete la definizione di numero come “sintesi di unità”**. Cfr. Maddalena, Ionici cit., p. 67; **“** : Ci ricorda Apuleio che Talete “**con piccole linee**

fece scoperte importantissime”. Riportato anche da Tannery in Encyclopedie des sciences mathématiques, da Enriques nell’Enciclopedia Treccani, da Heath cit., Rey, op. cit. Cfr. inoltre Ettore Bortolotti, Sulle definizioni di numero,” Periodico di Matematiche”, s. IV, II, 1922, pp. 413 – 429 **”**.

31) Bruno Rizzi par.5 pag 309 nota 48:
“ Angolo piano è **l’inclinazione reciproca di due linee** su un piano, le quali si incontrino fra loro e non giacciano in linee rette (def. I,8). Conseguenza di questa definizione (tautologica, in quanto per esplicitare il termine angolo ricorre all’inclinazione, a sua volta non definita) è la necessità di dimostrare che la somma di due angoli adiacenti è due retti (I,13)**”**. A nostro parere ciò si è causato a seguito proprio dell’influenza del metodo espositivo di Talete esercitato sui geometri posteriori.

32) Se si fa attenzione, si rileva che gli angoli formatisi, costruiscono simultaneamente due triangoli rettangoli uguali ed opposti, di qui forse, si comprende maggiormente perché Talete diceva nel modo arcaico: simili gli uguali e ciò in quanto gli angoli erano visualizzati come figure geometriche **aventi una specifica forma** anziché come grandezze. Inoltre la lettura sullo strumento era fatta ad impressione a vista con **una stima indicativa**, dettata dall’acuità visiva.

33) “Dicono che sia stato il famoso Talete il primo a dimostrare che il cerchio è bisecato dal diametro; ma la causa della dicotomia è l’inflessibile avanzata della retta attraverso il cerchio” **Cfr. Proclo op. cit. p. 139.**

34) Una terza e diversa “dimostrazione” strumentale più grossolana, era forse quella di ritagliare perfettamente un disco di legno (o altro materiale) di un certo spessore e tracciare su di esso diversi diametri. Si osserva che nel cercare di disporlo in equilibrio sopra una barretta a sezione triangolare, l’equilibrio si ottiene sempre in corrispondenza del diametro prescelto e per ragioni fisiche ben note sull’equilibrio dei

corpi, le parti così idealmente separate dal diametro dovevano per forza essere uguali.
Il fatto comunque interessante è tuttavia, che questo teorema, per come Talete lo aveva affrontato, nonostante l'influenza del suo metodo espositivo esercitato sui geometri posteriori, non venne più ritenuto dimostrabile dai matematici delle epoche successive, al punto **che negli elementi di Euclide esso compare piuttosto sottoforma di definizione surdeterminata da un assioma**. Con ogni probabilità il motivo di ciò va ricercato nel fatto che Euclide non ritenesse esatto il modo con cui Talete se ne era avvalso; così siccome il metodo di verifica strumentale non venne in seguito più ritenuto valido per quei casi in cui Talete sembrava averlo applicato, si presentò subito il problema di quale carattere doveva avere il processo di verifica per essere valido o sufficiente e con che cosa lo si poteva eventualmente sostituire quando era impossibile trovare un metodo adeguato… la scintilla della nascita della geometria come scienza, con Talete si era così innescata.

35) Bruno Rizzi par.5 pag 309 note 44 e 45:
"..testimonianza riguardante l'uguaglianza degli angoli alla base di un triangolo isoscele troverà spazio negli *Elementi* (I,5) di Euclide: *Nei triangoli isosceli gli angoli alla base sono uguali fra loro, e venendo prolungati i lati uguali gli angoli sotto la base saranno pure uguali fra loro.* Cfr. *Elementi* cit., p. 85, anzi il sommo geometra darà a sua volta un saggio della propria capacità critica, "complicando" la dimostrazione per evitare il postulato di continuità – da enunciare nel caso molto particolare di esistenza della bisettrice compiendo, come scrive Frajese, una "scelta antididattica"…Basterebbe infatti far riferimento al postulato di continuità, nella forma indicata, ed al primo criterio di uguaglianza dei triangoli, ossia alla (I,4); Cfr. *Elementi* cit., p. 85**"**.

36) E Bretschneider dice in proposito: "Quanto a questo problema si può ammettere con certezza che una qualunque soluzione semplice di esso, probabilmente con **l'uso di un mezzo speciale**, fosse già nota a Talete; e dovrebbe allora considerarsi come un arricchimento della

scienza il metodo col quale Enopide costruì la perpendicolare**”.Cfr R. Klimpert “Storia della geometria” pag. 35**.

37) Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza,Università degli Studi di Perugia, Facoltà di Lettere e Filosofia, Corso di Laurea in Filosofia, da pag 256 a pag.267, inoltre, sempre della stessa Autrice, **Una caduta di ventisei secoli: l’immagine di Talete, un problema di storiografia** in “Aquinas” 3 2009 e **Il riduttivismo di Talete i**n “Aquinas” 2 2004

38) Illusioni della natura, ottiche e legge di Emmert vedere sul sito, http://www.illuweb.it/facce/faccsolu.htm e, ancora sul sito, http://www.psico.units.it/fac/mdida09/Gerbino/sep_pep.pdf

39) Vedere Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza pag.252, 253, 254, 255.

40) L.Giacardi e S.C. Roero, la matematica delle civiltà arcaiche,Stampatori didattica 1978, pag. 99,101 e 102.

Charles Singer e Autori vari, STORIA DELLA TECNOLOGIA, Vol. I , Dai tempi primitivi alla caduta degli imperi, Paolo Boringhieri, 1961, pag. 215 e pag.401.

41) Flavia Marcacci, articolo in fase di pubblicazione in Methexis, NON SOLO “FILOSOFO DELL’ACQUA” TALETE DI MILETO, INVENTORE DI METODI PER MISURARE. La stessa Autrice, Favia Marcacci, ha in preparazione una monografia su TALETE DI MILETO, in pubblicazione per l’anno in corso 2009

42) Charles Singer: BREVE STORIA DEL PENSIERO SCIENTIFICO, Einaudi, 1961,pag 94, Fig.23.

43) S. Maracchia, STORIA dell’ALGEBRA, Liguori, 2005

44) Se invece, viceversa, si voleva costruire lo strumento in funzione del foro perfetto, bastava fissare sull'obiettivo un traguardo con un foro leggermente più grande del plenilunio in osservazione e poi, con l'altro traguardo, allontanarsi scorrendo lungo l'asta radiale sino all'istante in cui la Luna piena coincideva con la circonferenza del foro dell'obiettivo, il punto trovato lungo l'asta radiale era il punto su cui fissare il traguardo oculare; la lunghezza dell'asta radiale così ottenuta tra i due traguardi, era il raggio del cerchio dello strumento progetto, da costruire.

Charles Singer: BREVE STORIA DEL PENSIERO SCIENTIFICO, Einaudi, 1961,pag 95, Fig.24.

45) Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza, da pag 25 a pag.27 e pag218 CAP.XII.

46) Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza, pag.256, CAP XII,5.

47) Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza, pag.267: "In ogni caso,fa notare Livio Rossetti, è Eraclito…..il Sole ha l'ampiezza di un piede umano (DK 22 B 3)"

BIBLIOGRAFIA.

1) Bruno Rizzi: TALETE ED IL SORGERE DELLA SCIENZA ATTRAVERSO LA DISCUSSIONE CRITICA, Physis 1980

2) Richard Klimpert: STORIA DELLA GEOMETRIA , Tradotto, con note e aggiunte dal Professore di Topografia nel R. Istituto Tecnico di Bari, Pasquale Fantasia , Gius. Laterza e Figli, Bari, 1901.

3) Charles Singer: BREVE STORIA DEL PENSIERO SCIENTIFICO, Einaudi, 1961.

4) L. Giacardi e S. C. Roero: LA MATEMATICA DELLE CIVILTA' ARCAICHE, prefazione di Tullio Viola, Stampatori didattica, 1978

5) Friedrich Klemm, STORIA DELLA TECNICA,Feltrinelli, 1966.
6) Kitty Ferguson, LA MUSICA DI PITAGORA, Longanesi 2009.

7) Jacob Bronowski , THE ASCENT OF MAN, Little Brown, Boston1973

8) Attilio Frajese e Lamberto Maccioni, GLI ELEMENTI DI EUCLIDE, U.T.E.T. 1970.

9) Carl B. Boyer, STORIA DELLA MATEMATICA, introduzione di Lucio Lombardo Radice, traduzione di Adriano Carugo, Mondadori 2008.

10) Joseph Needham, SCIENZA E CIVILTA' IN CINA , Einaudi, 1986.

11) Luigi Borzacchini, IL COMPUTER DI PLATONE, alle origini del pensiero logico e matematico, Edizioni Dedalo, Bari, 2005.

12) Aldo Bonet, IL DIAGRAMMA D'ARGILLA GEOMETRICO RISOLVENTE, A MODULO QUADRATO, CHE GOVERNAVA L'INTERA ARTE ALGEBRICA DEGLI ANTICHI SCRIBI. UN PARADIGMA CHE HA APERTO LE PORTE ALLA CULTURA MATEMATICA DELLE CIVILTÀ ARCAICHE, Periodico di Matematiche, Organo della Mathesis, n° 3, 2008.

13) Joran Friberg, **UNEXPECTED LINKS BETWEEN EGYPTIAN AND BABYLONIAN MATHEMATICS**, **World Scientific, 2005**

14) Flavia Marcacci, ALLE ORIGINI DELL'ASSIOMATICA: Gli Eleati, Aristotele, Euclide. Aracne 2008,

15) Flavia Marcacci, Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza,Università degli Studi di Perugia, Facoltà di Lettere e Filosofia, Corso di Laurea in Filosofia

16) Silvio Maracchia, TALETE NELLO SVILUPPO DELLA GEOMETRIA RAZIONALE, "Cultura e Scuola" n°37, gennaio-marzo 1971.

17) Charles Singer e vari, STORIA DELLA TECNOLOGIA,
Vol. I , Dai tempi primitivi alla caduta degli imperi, Paolo Boringhieri, 1961.

SEGUONO LETTERE ALLEGATE ALL'INTRODUZIONE PAGG: 110, 111, 112, 113

TRENTO, 16/11/1990

Prof. Bruno Rizzi

Via Vicenza 23
00185 ROMA

e p.c. Prof. Silvio Maracchia
Dip. di Matematica
Università La Sapienza
P.zza Aldo Moro 2
ROMA

Gent.mo Prof. Bruno Rizzi,

mi scusi per il ritardo con cui le scrivo, ma ho avuto in questi ultimi giorni vari problemi.

Le invio quanto promesso, come da accordo telefonico, il lavoro da me svolto su Talete di Mileto: "Sul distanziometro ideato da Talete di Mileto e ricostruzione dei teoremi attribuitiLi",di cui una copia ho provveduto ad inviare al Prof. Silvio Maracchia, come da Lei richiestomi.

Ho messo tra parentesi graffe di colore rosso,parti dei lavori di vari Autori a cui mi sono appoggiato e, in parentesi graffe nere il mio personale contributo contenente la congettura.

Nella bibliografia secondaria mi sono appoggiato ampiamente, come può appurare,al Suo lavoro su Talete, pubblicato dalla rivista di Storia della Scienza PHISIS, fornitomi dalla Prof.ssa Silvia Clara Roero di Torino. Oggi,non più in possesso del Suo lavoro,desidererei conservarne una copia

Il Suo lavoro é stato per me un autentico e prezioso supporto su cui mi sono basato per lo sviluppo della mia congettura, trovando felicemente una corrispondenza biunivoca delle parti perfettamente integrata.

Ringraziandola anticipatamente per la disponibilità rivoltami all'esame e alla collaborazione per la pubblicazione del lavoro allegato, resto in attesa di Sue notizie,mettendomi a completa disposizione per eventuali accorgimenti, consigli e integrazioni che ritiene opportuno fornirmi e di cui, onorato, citerei sempre volentieri.

Cordialmente

Garniga 24/3/1991

Lato A

Gent.le Prof. Bruno Rizzi,

pur non avendo dubbi sulla qualità del lavoro su Talete, mi ha fatto veramente molto piacere sentire il Suo positivo e garante assenso alla pubblicazione, anche perché mi creda, ho dedicato anni a questa ricerca e, solo quando ho avuto il Suo articolo, dove Lei stesso appoggiava l'ipotesi di Heath verosimilmente vicina a quella oggetto del lavoro, ho ritenuto che fosse giunto il tanto momento sospirato per sottoporlo ad esame per la pubblicazione.

Mi spiace, che il Prof. Maracchia, così come da colloquio telefonico, mi abbia detto, che se pur pubblicabile, non si è trovato molto convinto della ipotesi strumentale esposta nel lavoro, eppure, mi creda, a me sembra difficile immaginare che per Talete si sia svolta diversamente.

E' un fatto anche sensitivo se vogliamo, che si sente dentro e difficile da spiegare: é come avere un piccolo rilevatore personale che si mette in funzione solo quando avverte di aver captato il punto giusto della questione.

Inoltre dal punto della ricerca storica, credo di vederlo ben conformato, tramite la congettura, nell'unire i pezzi di un mosaico che prima appariva ancora scomposto.

Il fatto di essermi appoggiato ad Autori, certamente criticabili , come Klimpert é dovuto al fatto che fu l'autore col quale,nel leggere il suo libro "Storia della Geometria", mi pervenne il bagliore dell'idea primordiale; sostituirlo con altri,se pur certamente più validi,mi sembra non solo di distorcere e deformare l'origine del lavoro,ma anche di agire scorrettamente nei confronti di chi e per merito ho iniziato positivamente la ricerca.

Certamente, se mi fossi basato solo su Klimpert, l'idea sarebbe rimasta solo tale e fantasiosa.

Sostituire gli Autori, con cui ho in qualche modo diviso momenti di gioia costruttiva,solo perché vecchi,criticabili o fuori moda, mi sembra davvero di dovermi comportare in modo poco rispettoso e soprattutto scorretto.

Rispetto e ringrazio certamente la critica mossami dal Prof. Silvio Maracchia dal punto della forma all'articolo, che nel caso, se Lei é daccordo potrebbe essere inserita in una prefazione al lavoro,restando comunque fermo su quanto sono i miei sentimenti,che non ho espresso al Prof. Maracchia, ma che certamente non ho dubbi, che condividerà appena sarà messo al corrente di tutto ciò.

Rivedendo in questi giorni il lavoro, mi sono accorto di aver dimenticato (e mi scuso) l'introduzione di una piccola parte a pag 13, dove a penna ho apportato delle correzioni conseguenziali e in (*) su foglio a parte, il contenuto da integrare nella stessa pag. 13,con allegato il relativo disegno Fig. 10 B.

Sperando un giorno, di trovarci insieme per fare conoscenza,ringrazio ancora sinceramente per la Sua preziosa e gentile disponibilità.

Un grazie di cuore e

un buon saluto

Lato B

Università degli Studi di Roma "LA SAPIENZA"
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "GUIDO CASTELNUOVO"
Piazzale Aldo Moro, 2
I - 00185 ROMA

tel. (06) 4959349 49913284 fax 49913285 (Dir.) 49913287 (Segr. Doc.) 49913275 (Amm.) 49913219 (Bibl.)

Roma, 30-5-1991

Caro professor Bonet,

Dopo aver esaminato il suo articolo su Talete ho concordato con l'amico Bruno Rizzi ~~le seguenti osservazioni:~~

Riguardo alla prima parte, tutti i brani da lei citati alla lettera vanno riscritti con parole sue anche per evitare salti di stile e in modo da rendere omogeneo il lavoro.

Tutte le citazioni integrali (non ne metta poi troppe) vanno ovviamente virgolettate con precise indicazioni in nota del lavoro cui ci si riferisce (autore, titolo, casa editrice, città ove è stato stampato, anno di pubblicazione) e della pagina da cui è stato tratto il brano.

In questo modo l'articolo assumerà una forma più adatta alla Rivista.

Come le ho già detto per telefono, la sua ipotesi, originale e per quanto mi riguarda del tutto nuova, è pur sempre una delle tante ipotesi che sussistono sull'argomento. La sicurezza del procedimento di Talete ce la potrebbe dare solo ... Talete stesso. Sfortunatamente non si conservano, come lei sa, nè brani originali nè riferimenti sicuri su cui poter contare.

Per quanto riguarda la sua "Bibliografia secondaria" (espressione che eviterei), sarebbe bene strutturarla come "Note" ma sempre con precise citazioni.

Le invio cordiali saluti,

Silvio Maracchia