ALDO BONET

LA SCIENZA DI TALETE
Geometria, Filosofia, Fisica, Astronomia.

...Omaggio a Talete

«Egli, (Talete) quando era ormai assai vecchio, scoprì un divino teorema concernente il sole - che non mi sono limitato ad apprendere ma ho anche verificato con l'ausilio nell'esperienza - teso a determinare quante volte il sole, nelle sue dimensioni, sia contenuto nell'orbita che percorre. Si narra che Talete avesse insegnato questa sua recente scoperta a Mandrolito di Priene il quale, molto dilettato dalla nuova e inattesa conoscenza, lo esortò a dire quanto volesse essere retribuito per un insegnamento così importante. E Talete, il sapiente, rispose:"sarebbe per me una ricompensa sufficiente se ciò che hai appreso da me non lo attribuirai a te stesso ma, quando inizierai a divulgarlo, dirai che io e non altri sono l'autore di questa scoperta". Senz'altro una bella ricompensa, degna di tale uomo e perenne, poiché fino a oggi e per sempre tale ricompensa sarà pagata a Talete da tutti quelli che, come noi, hanno studiato a fondo la sua divina scienza»

dai Florida di Apuleio

Copertina ripresa dal Dizionario Enciclopedico, CONOSCERE, F.lli Fabbri Editori, 1964, Vol n°1, pag 21, modificata dall'autore nel 2009 che tende a rappresentare la multiculturalità di Talete di Mileto in terra Egizia, vestito da sacerdote babilonese e dinanzi al suo multifunzionale strumento.

Bonet Aldo:
La Scienza di Talete. Geometria, Filosofia, Fisica, Astronomia*/Aldo Bonet*

ISBN: 978-1-4457-6879-3

INDICE

1. LA SCIENZA STRUMENTALE DI TALETE

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

Aldo Bonet
aldo@storiadellamatematica.it

"…..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, prendendo come riferimento principale un articolo 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 correttamente 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 delle distanze dalla costa 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, nonché, con le Sue tre opere, oggi meno note: i Fenomeni, l'Ottica e la Catottrica.

2. 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 unico informatore e amico bibliografico fedele nelle mie prime passioni storico matematiche e nei tre anni successivi di feconde scoperte.

Solo nel 1986 ricominciai costantemente questa ricerca e scoprì un "nuovo" e più approfondito libro di un Autore tedesco, ***Richard Klimpert " Storia della Geometria" 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 indiretta delle distanze delle navi in mare dalla costa, nonché di un metodo per la misura indiretta 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'opera, le due notevoli fonti sopraindicate sulle quali mi sono ampiamente appoggiato, verranno rispettivamente ricollegate e ***sottintese, sia nel Testo, che nelle note complementari****, col nome dei loro rispettivi Autori:* ***Bruno Rizzi*** *e* ***Richard Klimpert****.*

RINGRAZIAMENTI.

Devo ringraziare di cuore i Titolari dei seguenti siti:

www.gioiamathesis.it/ → Prof.ssa Francesca Galasso

www.amolamatematica.it/ → Prof.ssa Daniela Molinari

www.matematicamente.it/ → Prof. Antonio Bernardo

www.viacialdini.it/ → Poeta Michele Luongo

www.atuttascuola.it/ → Prof. Luigi Gaudio

nonché i siti www.themathhouse.it/, www.net1news.org/ e i blog pyramidales.blogspot.com/, scientificando.splinder.com/ che hanno creduto accogliendo e sostenendo questa mia ricerca comparsa in internet nel 2009.

*Ringrazio ancora, scusandomi se ho dimenticato involontariamente alcuni, gli Autori e le Autrici presenti nella Bibliografia e in particolar modo: **Flavia Marcacci, Francesca Incardona, Laura Catastini e Franco Ghione, Lucio Russo, Adolfo La Rocca**, dove ho potuto felicemente collegare le loro fatiche e preziose pubblicazioni dentro quest'opera, permettendomi di ricostruire e scoprire, come la Scienza di Talete ha influito inequivocabilmente sulle più grandi Opere dei successivi e maggiori Pensatori dell'antichità.*

*Un ringraziamento particolare devo rivolgere alla **Redazione di Matematicamente.it del Direttore Antonio Bernardo** che ha accolto un articolo introduttivo di quest'opera e riguardante*

principalmente la parte astronomica di Talete: il padre dell'astronomia razionale, pubblicandolo sulla ***Rivista trimestrale gratuita Matematicamente.it-Magazine n°11 Dicembre 2009****.*

Ringrazio anche tutti coloro che, con i loro complimenti, commenti e l'utilizzo didattico della mia ricerca, nonché l'interesse storico e scientifico suscitato all'articolo apparso sulla rivista sopracitata, anche da parte di Autori affermati e scrittori di matematica prestigiosi, mi hanno onorato dandomi una grande gioia, quale miglior premio e ricompensa di una fatica durata ben 32 anni e spesa volentieri per una passione che meritava e merita di essere vissuta.

Ringrazio inoltre la valente associazione http://www.e-text.it/ *per aver sostenuto con lo stesso spirito originario* ***del progetto Manuzio e dell'associazione Liber Liber****, la diffusione elettronica di un prezioso* ***Libro di Antonio Favaro, Archimede, Formiggini Editore, Roma 1923*** *nonché per l'impegno svolto nella pubblicazione di questo mio primo e-book dentro un nobile progetto di editoria diffusa benemerito e condivisibile.*

L'ultimo mio pensiero, ma come per ogni indimenticabile ricordo della vita tenuto sempre per primo, va a l'amato e compianto **Docente di Matematica Professor Francesco Berardi***, ottimo insegnante e per me, negli anni accademici, dal 1974 al 1978 svolti nell'Istituto Tecnico per Geometri Aldo Capitini, di Ivrea (TO); un docente il cui modello, unico e inimitabile come base d'insegnamento per una materia speciale come la matematica, ha saputo garantire e trasmettere mediante un metodo veramente originale, indelebile e inusitato, in tutti quegli anni accademici fecondi di idee nei quali ha* *didatticamente preparato quel clima culturalmente favorevole che consente all'ispirazione matematica rivelatrice di poter lavorare e coltivare con tranquillità dentro la mente di un suo timoroso studente desideroso di accoglierla; quelle primizie scientifiche che poi, come buone sementi, vanno a concretizzarsi in un buon raccolto oggi ben visibile dentro queste attuali ricerche.*

L'indimenticabile "biglietto da vista" del ***Professor Francesco Berardi****, si presentò con queste sue testuali e fedeli parole di grande fervore e sollievo:*

«Io sono il vostro insegnate di matematica e vi assicuro, che non sono qui per farmi temere né per farvi temere la matematica ma bensì con essa, per farci amare; poiché sia ben chiaro che io non boccerò nessuno di voi, però, se in cambio vi impegnerete a studiarla, essa semplicemente vi servirà, se poi come spero, riuscirò a farvela amare, allora vi consegnerò la più grande amica nonché compagna inseparabile e fedele di tutta la vostra vita»*.*

3. 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 poliedrico costruttivo e inventivo di geometria, astronomia)*[1]*, fisica, filosofia, 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 identificò con l'acqua.

Fu colui che coraggiosamente spodestò gli innumerevoli dei e

---

[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***» *quel culto mitologico in cui erano immersi l'uomo e i popoli del suo tempo, per fecondare* ***l'ovulo embrionale del pensiero razionale*** *dimostrandone la sua enorme potenzialità nel determinare l'inaccessibile, l'inviolabile, nel misurare senza paura i fenomeni naturali sconosciuti e spiegandone semmai i motivi che li generano, nel conquistare, disegnare e addirittura racchiudere in una mappa l'unicità sferica del Cosmo che l'uomo pensava ancora informe e irraggiungibile; un mondo ormai non più dominio esclusivo dei faraoni o degli dei, poiché, questo potente strumento razionale aveva messo nelle mani più famigliari dell'uomo del VI secolo a.C.* ***l'immensa eredità di una planimetria universale del mondo,*** *sorretto e generato da un unico principio primo, dal quale ora i discepoli di Talete potevano addirittura avanzare ipotesi, un'immensa avventura alla scoperta di un nuovo universo incredibilmente raggiungibile e determinabile con l'uso dell'intelletto, indirizzando così l'umanità verso un grande futuro perché da quel giorno in poi, il genere umano non doveva e non poteva più contare sull'Olimpo ma solo esclusivamente sulla forza razionale* ***della Scienza.***

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 inizialmente all'attività matematica di Talete, osserviamo che la principale testimonianza che lo riguardi è quella di Proclo, 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

---

[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».

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] **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**"». *Oppure per usare un'unica parola si può anche tradurre come "**empirico**" nel senso più vigoroso e razionale.*

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 fit 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 causa della dicotomia è **l'inflessibile avanzata** della retta attraverso il cerchio"»

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].

Notare, come in questa testimonianza, si evidenzia un aspetto **esplicitamente dinamico** *del diametro (retta) sul cerchio, in questo caso, col fulcro o perno di rotazione, nel centro.*

[5] «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); da qui la maggiore complicazione per pervenire ad una dimostrazione razionale dell'enunciato».

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].

La giusta perplessità evidenziata dal Professor Bruno Rizzi, verrà avvalorata quando tratteremo più avanti sia, dell'astronomica impresa di Talete per la determinazione angolare del Sole, dove la riuscita è avvenuta proprio con l'applicazione di questo suo fondamentale teorema sia, come vedremo più avanti, di una raggiunta connotazione evolutiva dell'angolo quasi moderna iniziata grazie allo studio esteso alla bisezione del cerchio proprio partendo da questo teorema e, per tutto questo, pur inutilizzato dai Greci, pur criticato di validità nell'applicazione astronomica sopracitata dai successori, ritenuto ugualmente dal saggio e rispettoso Euclide, degno di dimostrazione scientifica.

[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,

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].

---

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 complementare n°1, pag.12), 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**.*(aggiungiamo, come se si trattasse di una scoperta)*

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

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].

---

triangolo, dinamico pensando alle "successive" posizioni assunte da un punto sul semicerchio».

Ho messo anche in questo caso in grassetto, le precise osservazioni del Professor Bruno Rizzi perché si dimostreranno (come per le altre) esatte quando tratteremo più avanti di questo teorema.

[9] «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

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**,

---

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 che gli permetteva, in qualche modo, di conseguire quei risultati che l'intuito già vedeva distintamente quando invece la ragione stentava addirittura a scorgerli».

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 posteri dimostrarono il teorema in generale».[11]

[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 questo 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 il 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…".

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 alcuni di 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 o in sintonia con le testimonianze tramandateci ma anche ben integrate nel contesto culturale dell'epoca in cui visse Talet****e, 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 territorio.*

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».

4. L'EGITTO INCONTRA TALETE.

A pag 14 del Libro di Richard Klimpert leggiamo:

«Quando nel 560 a. C. l'Egitto fu dal re Psammete *(Psammetico I fondatore della XXVI dinastia)* 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 *(Faraone d'Egitto della XII dinastia)* 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]

[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

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

---

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 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]

---

[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 sue 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 buone probabilità, solo con l'invenzione primordiale del mattone e con l'esperienza edificatoria e costruttiva 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.*

L'invenzione del mattone la si può paragonare ad una straordinaria particella elementare che ha facilitato a squadrare il più primitivo mondo visivo circostante dell'uomo, dove, prima della non facile individuazione e scoperta 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.

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

---

La realtà matematica, in un certo senso, è già dentro i codici della natura stessa delle cose ed è 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.….fondamentalmente, l'uomo ha bisogno della Matematica e Lei di noi.

Ad esempio, con l'invenzione 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 in essa contenuta, 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 o anche sul sito: www.storiadellamatematica.it.

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,** (*vedi nota n° 13, pag. 28, 29*) 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 sopra 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».

[14] **Bruno Rizzi par.5 pag 305:**

«Ma Talete è figlio di un popolo culturalmente raffinato ed elegante, per questo 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».

5. L'ASPETTO DELL'ANTICO EGITTO

L'aspetto evidente e caratteristico che s'intravvede nel mondo espressivo dell'antico Egitto sono le sensazioni costanti di equilibrio, simmetria e staticità: già nella simmetrica topografia del territorio, nel contrapposto equilibrio a partire dalla cosmologia e teologia, fino alla letteratura e nell'arte costruttiva monumentale nonché in molti altri aspetti della vita degli antichi egizi.

Uno degli strumenti più simbolici e rappresentativi era la bilancia, usata sia nella pratica commerciale quotidiana, sia come simbolo di giustizia ed equilibrio morale, alla quale era riserbata una funzione importante nella ritualità funebre per la pesatura delle anime.

L'archeologia ha portato alla luce l'uso da parte degli antichi Egizi di due tipi di bilancia: quella a mano detta ***iusù*** *e quella a supporto detta* ***makhat,*** *quest'ultima attaccato al sostegno aveva un piccolo filo a piombo che serviva a garantire la perfetta verticalità.*

Entrambe possedevano sia, la caratteristica di simmetria ortogonale conosciuta nella perpendicolarità dei piatti o dei pesi disposti ad uguale distanza sui bracci dal fulcro sia, quella fisica di interscambiabilità dei pesi, nonché dei tre tipi di equilibrio: stabile, instabile e indifferente.[15]

---

[15] **L.Giacardi e S.C.Roero: La matematica delle civiltà arcaiche, Stampatori Torino 1978 a pag. 67, 70, 71.**

6. UNO SPIRITO OSSERVATORE.

Questa frequente e particolare caratteristica presente in modo prevalente nella cultura egiziana non può essere sfuggita allo spirito osservatore di Talete[16]*, anzi, possiamo ipotizzare che la bilancia, questo mezzo molto antico e apprezzato dagli Egiziani nonché già conosciuto e 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, 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.***

[16] **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».

Qualunque sia stata la causa scatenante in Talete, certamente per uno spirito osservatore ed essenzialmente pratico com'era nella caratteristica naturale e 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.

7. L'IDEA STRUMENTALE SUPERA LE DIFFICOLTA'.

Se Talete avesse voluto ***verificare e dimostrare sperimentalmente queste osservazioni o riflessioni e, su questa base va ricercato il senso della "dimostrazione" di Talete***[17]

[17] *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.

Inoltre è da rimarcare che anche Euclide s'interessa della bilancia, vedere ***Francesca Incardona, Euclide Ottica, immagini di una teoria della visione, Di Renzo Editore,1996, pag 45: «un Libro di Euclide, sulla bilancia, in cui si dà una teoria della leva non aristotelica e precedente a quella di Archimede»*** *questo ci fa notare come la bilancia ha suscitato un interesse di studio più approfondito, più particolareggiato presso i maggiori studiosi dell'antichità e con molta probabilità* *bastava che, ad una bilancia a supporto* **(makhat)** *avesse levato i piatti* **[Fig.1, pag. 37]** *e al posto di uno di essi (nel perno all'estremità del braccio), avesse applicato una bilancia a mano* **(iusù)**, *o anche il solo braccio di un'altra bilancia a supporto coi relativi pesi, 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,***[18] *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,*

---

ciò è avvenuto, dopo la scienza strumentale di Talete.

[18] **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.*

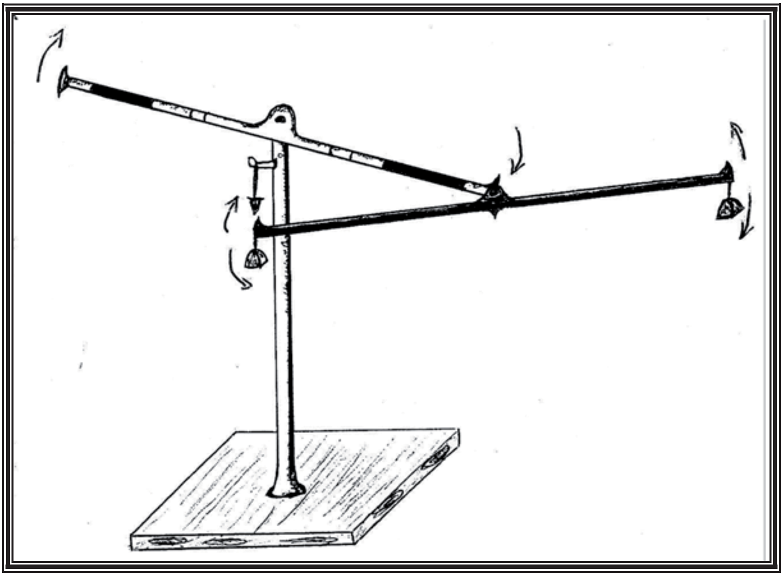

Fig. 1 - L'unione complementare

Disegno originale dell'autore del 1986 da un'idea del 1977

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 costruttivo della perpendicolare, difficoltà che potrebbe essersi così ripercossa in Talete, sia forse in conseguenza del suo metodo per *determinare l'altezza delle piramidi o degli obelischi (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.

8. 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 *(Faraone d'Egitto della XXVI dinastia)*, misurò l'altezza delle piramidi dalle loro ombre.

In proposito racconta **Plutarco:** "Quantunque egli *(il re Amasi)* ti ammiri per altre cose, pure pregia specialmente la misura delle piramidi; perché tu *(Talete)*, **senza alcuna fatica o istrumento**[19]**,** 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

---

[19] *Si noti la frase* **"perché tu (Talete) senza alcuna fatica o istrumento…";** *ciò vuol forse 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.*

geometriche di cui poteva disporre uno scrittore dei tempi posteriori. *(si noti che Plutarco evidenzia comunque un chiaro aspetto generale e non limitato al metodo di Talete)*

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 *(più la metà del lato della sua base)* 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»**.

9. TALETE SCALA LE PIRAMIDI DEI RE

Partendo dal presupposto che ***Talete per il suo metodo certamente misurò l'ombra delle piramidi (o degli obelischi*****),** *ma senza far uso del calcolo della similitudine come esso richiede e avendo sicuramente chiara conoscenza della* ***"conservazione" della forma delle figure simili***[20]***,*** *dell'uguaglianza degli angoli, nonché la conoscenza, forse semplicemente intuita, comunque asseverata dalle testimonianze pervenuteci, riguardo il 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.*

*Infatti***, [Fig.2, pag. 44]** *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*

---

[20] ***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.*

all'estremità o al vertice dell'ombra piramidale medesima[21];

[21] *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.***

(Vedi. 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 o anche sul sito: www.storiadellamatematica.it/).

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."***

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.*** [22]

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…… »

[22] *Questo metodo, di mettere un corpo materiale in contatto o in linea direzionale col raggio luminoso in modo che l'ombra proiettata si annullasse dentro la base o per proiezione dentro la sezione del medesimo corpo materiale, lo ritroveremo più avanti con Talete nel suo strumento astronomico per la misurazione angolare del Sole.*

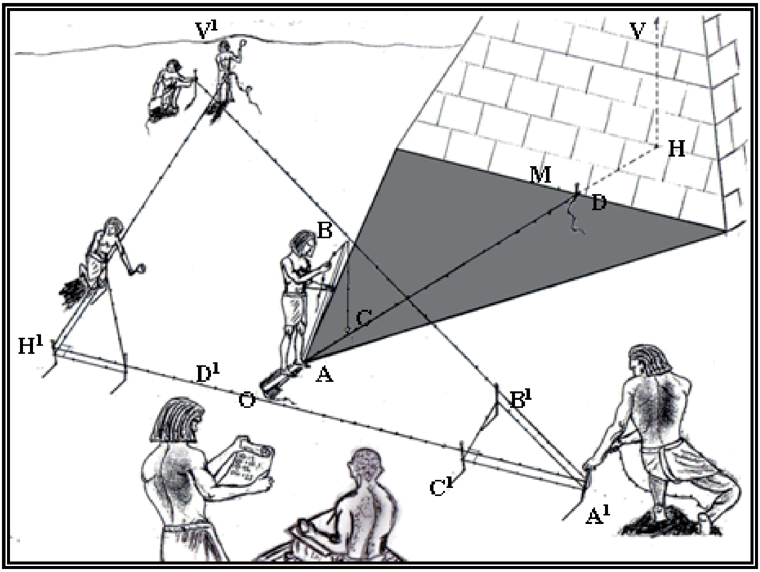

Fig. 2 - Gli arpedonapti di Talete

Disegno originale dell'autore del 1986 da un'idea del 1977

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 dal vertice* **V** *per una lunghezza pari a quella dell'altezza inaccessibile* **VH** *della piramide in argomento* ***(come riferimento alla "conservazione della forma di figure simili" rivedere. nota complementare n°20*** **, pag. 41*)***

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[23] *.*

Il triangolo rettangolo più piccolo, **A B C***,* **[Fig.2, pag. 44]** *quello per intenderci formato dal bastone con il filo a piombo e la porzione di corda, poteva essere accuratamente misurato e quindi ricostruito sul terreno: triangolo rettangolo* **A^I B^I C^I***; quello più grande e fondamentale per la riuscita dello scopo: triangolo rettangolo* **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 rettangolo più piccolo suddetto* **A^I B^I C^I** *e ciò estendendo dal vertice* **A^I** *una corda pari alla lunghezza dell'ombra misurata in precedenza, più metà del lato*

[23] *Il secondo criterio di uguaglianza dei triangoli pervenutoci, non viene menzionato da nessun biografo dell'antichità e , probabilmente, in quanto implicito nel metodo adoperato da Talete, sotto una forma più istintivamente applicata che scientificamente compresa, come invece, doveva essere certamente utilizzato alla base per la determinazione della distanza di una nave in mare, ma sempre adoperato da Talete nella stessa forma empirica precedentemente citata.*

della base della piramide, successivamente, estendendo contemporaneamente due corde, una partendo ad angolo retto dal punto **H^I** *l'altra, partendo dal punto* **A^I** *sul prolungamento dell'ipotenusa* **A^I B^I** *del triangolo rettangolo* **A^I B^I C^I** *;* ***(postulato II Libro I degli Elementi),*** *il punto* **V^I** *in cui s'incontrano o s'incrociano le corde, dista così dal punto* **H^I** *per una distanza pari all'altezza inaccessibile della piramide* ***(postulato V Libro I degli Elementi).***

10. TALETE SULLA CIMA DEI FARAONI.

Nel metodo precedentemente esposto, si aggiunge alla lunghezza dell'ombra, 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 nel punto* **A**, *sulla direzione del punto medio* **M** *del lato alla base della piramide stessa, quindi rappresenta un caso elementare di un evento limitato e particolare del giorno, che non dovrebbe aver stupito il re Amasi, ovvero, di un metodo già probabilmente osservato e utilizzato dagli antichi geometri egizi; ma Talete lo generalizzò per tutte le altre ore del giorno.*

Plutarco in effetti, ***nel Banchetto dei sette Savi****, ci riferisce sostanzialmente un fatto molto importante, che la misurazione di Talete doveva essere eseguita in momenti qualsiasi e soleggiati del giorno, quindi, in modo generale, osservando però, che per poterla effettuare correttamente (indifferentemente, con o senza la conoscenza del calcolo della similitudine), si doveva aggiungere una grandezza che secondo i casi* ***variava da un minimo di L/2, ad un massimo di L/2 per la radice quadrata di 2****; detti valori potevano essere calcolati empiricamente o più facilmente, riportati dentro tabelle in funzione dell'ora o dell'eccentricità dell'allineamento* **SM** *rispetto al punto medio* **M** *del lato della base della piramide, oppure, cosa più verosimile 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 di celerimensura che nell'antico Egitto veniva svolto da abili agrimensori o anche da* *tecnici costruttori, conosciuti col nome di "arpedonapti" (o tenditori di corda) e secondo noi, Talete lo fece svolgere, molto probabilmente, nel seguente modo:*

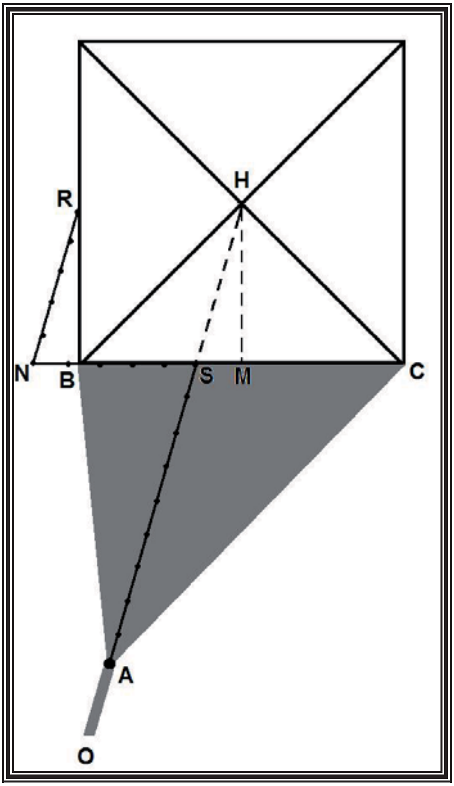

Fig. 3 - La via maestra.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990 da un'idea del 1986

Siano **ABC** *i vertici* **[Fig. 3 , pag. 48]** *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** *sull'ideale e fedele direttrice di prolungamento dell'ombra* **OA.**

L'ultimo ostacolo viene aggirato.

Se **[Fig.3 , pag. 48]** *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, pag. 48** *coincide con* **B**, *sarà pari all'eccentricità* **MS;** *ovvero,* **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 quadra 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, pag. 44.

La Fig.3, pag 48 *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-operativo, 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.

Da questo risultato si comprende maggiormente lo stupore del re Amasi, ci basti pensare quante volte gli antichi architetti egizi, nel costruire nel corso dei lunghi anni la Grande Piramide, si saranno chiesti quanto mancasse alla cima, qual'era il volume rimanente e quindi quanto materiale occorresse ancora per completarla e quanti calcoli di verifica dovevano aver sviluppato con l'utilizzo del seqt o di altri strumenti, per rispondere al loro costante quesito, il quale poteva essere soddisfatto solo o con le formule per i calcoli volumetrici o col trasporto di misure da riprodurre fedelmente sul terreno o più semplicemente, aspettando il verificarsi di eventi unici e particolari, ovvero quando l'ombra trapezoidale proiettata dal volume tronco della piramide in costruzione risulta un perfetto trapezio isoscele o quando in giorni particolari dell'anno l'inclinazione dei raggi solari è pari a 45°, ovvero, quando l'ombra è uguale all'altezza di un qualunque oggetto; Talete dimostrò così al Faraone, che i suoi antichi predecessori avrebbero potuto verificare e soddisfare con semplicità il loro quesito, senza fatica o strumenti e con un semplice bastone ma addirittura, estendere questa verifica a qualunque ora del giorno, prolungando i lati obliqui dell'ombra trapezoidale irregolare della piramide in costruzione.

Certamente, l'altezza del triangolo calcolato sul prolungamento dell'ombra trapezoidale irregolare, non coincide con l'altezza mancante della piramide, la quale, risulta calcolata tramite il riporto di misure note e accessibili della piramide stessa, sovrapposte all'allineamento riprodotto fedelmente sulla spianata antistante, ma con questo, vogliamo solo far notare come l'utilizzo dell'ombra sarebbe risultato un metodo *generale e molto più preciso dell'alternativo e probabile metodo tradizionale egizio con la ricostruzione sul terreno del triangolo isoscele, della sezione verticale coincidente con l'apotema della piramide, tramite la costruzione in orizzontale dei due identici angoli di pendenza e applicati ad uno dei lati della sua stessa base; un lieve o piccolo errore sulla costruzione degli angoli o sul prolungamento dei due lati tramite corde d'allineamento a partire dagli stessi, avrebbe portato su lunghe misure un errore anche rilevante, mentre i lati obliqui dell'ombra, anche se inizialmente seghettati per via della fase di costruzione a gradini della piramide, risultavano invece delle ideali e fedeli direttrici già disegnate sul terreno per un più preciso prolungamento triangolare dell'ombra medesima, inoltre, Talete potrebbe aver attinto e ispirato il suo metodo generale della misura indiretta, proprio dall'osservazione di questa antica ma grandiosa scienza egizia delle costruzioni o dalle tecniche tradizionali di celerimensura o per aver appreso soprattutto dei loro limiti e difficoltà riscontrati sul campo operativo, nonché dell'importanza della precisione nel raggiungimento del risultato.*[24]

---

[24] ***Recentemente è stata avanzata una nuova ipotesi sulla costruzione delle piramidi:***

La scoperta di una piccola cavità nella grande piramide di Cheope, cioè di un tunnel inclinato e a forma di spirale quadra che dalla base raggiunge la sommità avvalora l'ipotesi formulata nel 2006 dall'architetto Jean-Pierre Houdin con la pubblicazione del libro: ***Cheope i segreti dietro la costruzione della Grande Piramide, Farid Atiya Press 2006.***

Secondo le ipotesi che vanno per la maggiore, i grandi blocchi furono sovrapposti attraverso una o più rampe esterne, sulle quali venivano fatti scivolare. Ma ora, la scoperta di una piccola cavità potrebbe dare ragione all'ipotesi di questo architetto francese in base alla quale l'antica piramide di Cheope, fu costruita dall'interno attraverso un tunnel inclinato e a forma di spirale quadra che dalla base della piramide raggiungeva la sommità.

Questa ipotesi se comprovata da prove scientifiche all'infrarosso, rafforzerà ancor più questo aspetto nel quale si cerca di comprende maggiormente lo stupore del re Amasi nei confronti di Talete, poiché l'ombra trapezoidale della grande piramide sarebbe stata proiettata, lungo i fianchi liberi e sulla spianata antistante, con una forma geometrica regolare, ovvero, proiettata da un volume piramidale tronco e completamente sgombro da voluminose e avvolgenti rampe esterne che, diversamente, avrebbero proiettato sul terreno un'ombra certamente non più regolare o meglio, non più corrispondente al giusto volume che in fase costruttiva doveva presentare la forma di tronco di piramide.

Anche l'ipotesi della rampa esterna unica e applicata alla facciata sud permetterebbe di avere le altre tre facce libere della piramide, sgombre e regolari, attraverso le quali si sarebbe proiettata l'ombra trapezoidale in costruzione, ma l'attendibilità tecnico-pratica di questa ipotesi, resta molto incerta.

In ogni caso, la validità del metodo generale di Talete qui proposto, per l'altezza delle piramidi già completate, resta indiscutibilmente molto attendibile, degno comunque di considerazione storica e scientifica.

Il metodo si perfeziona con:

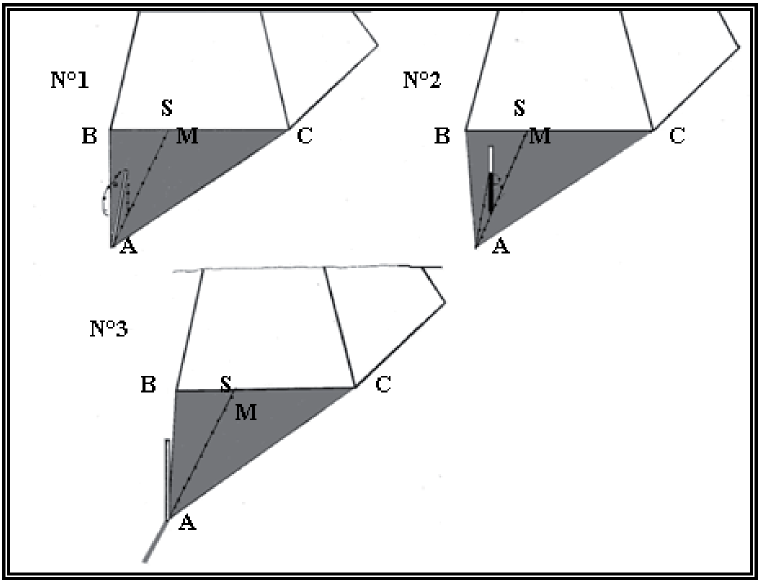

Fig. 4 - Scelte precise

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990 da un'idea del 1986

1) *Allo stesso risultato, si giunge se il bastone all'estremità dell'ombra, si dispone in uno qualunque dei tre metodi esposti di* ***Fig. 4, pag.53,*** *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" che forse, può essersi sviluppato per ultimo, in seguito quale perfezionamento degli altri due metodi, che* *restano pur sempre validi*[25].

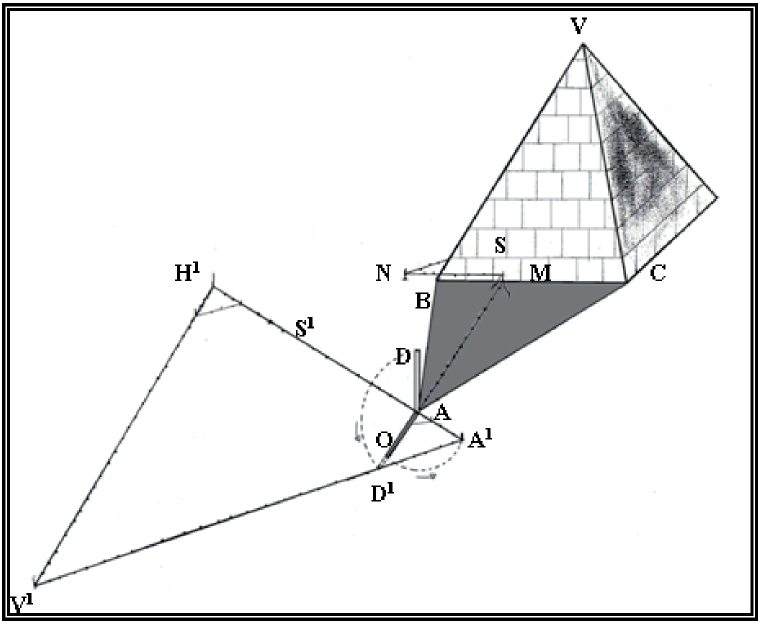

Fig. 5 - Maggiore precisione.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990 da un'idea del 1986

2) *Si può vedere, in linea con le testimonianze, che il calcolo della similitudine è completamente assente nel metodo, inoltre,*

---

[25] *Il concetto empirico di "traslazione" come si è visto nei punti precedenti, ricorre assai frequentemente nel metodo di Talete, inoltre, il metodo di cui al* ***punto 2, Fig.4****, riecheggia sia con la Figura che con il contenuto del* ***Teorema n°18 dell'Ottica*** *di Euclide, ved.* **Francesca Incardona, nel suo Libro, *Euclide Ottica*, Di Renzo Editore, 1996, alle pagg.115 e 116 e nota n°34 di pag 150.**

il caso **al punto 3 di Fig. 4, pag. 53,** *permette una rapida e maggiore precisione in quanto* ***[****vedere il metodo esposto* di ***Fig. 5, pag. 54]****, il bastone di misura* pari: **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**; *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 dell'ombra del bastone traslata:* **A^I^ A.**

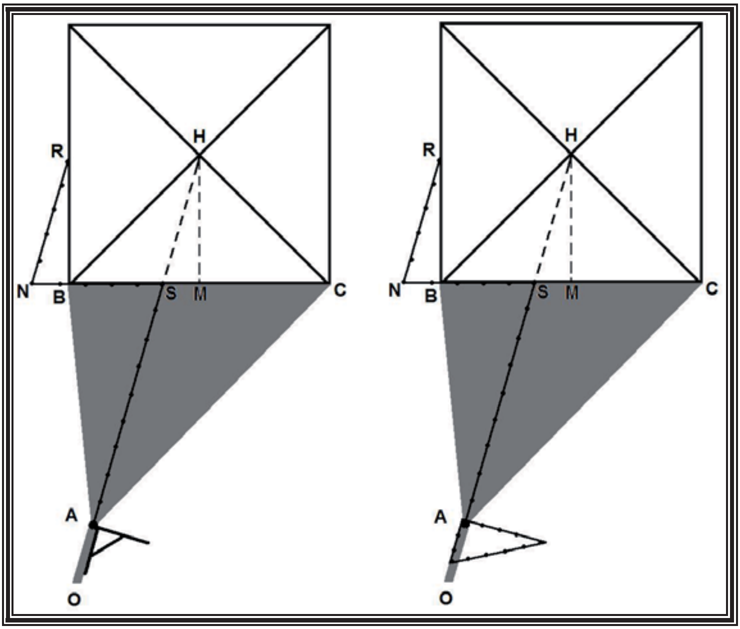

Fig. 6a - Maggiore rapidità.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990 da un'idea del 1986

3) *Addirittura, per sveltire il metodo,*[**Fig. 6a, pag. 55**] *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, pag. 54.**

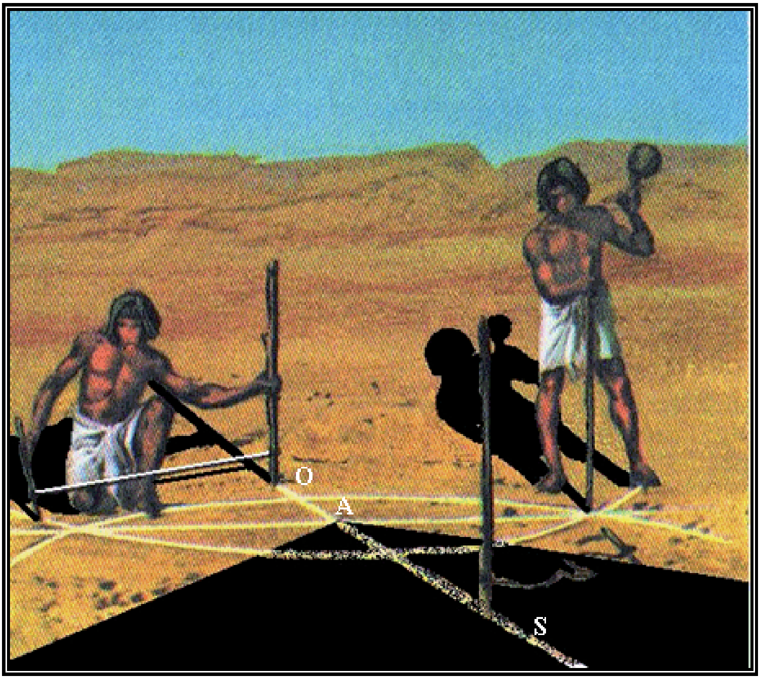

Fig. 6b - Tecniche tradizionali.

Figura 6b, ripresa dal Dizionario Enciclopedico, CONOSCERE , F.lli Fabbri Editori, 1964, Vol n° XV, pag 3069 e modificata dall'autore nel 2009 da un'idea risalente al 1986.

4) *Oppure, per prestar fende alla precedente* **nota n° 19, pag. 39** *col solo uso del bastone (o della sua altezza nota) fungente da raggio* **[Fig. 6b, pag. 56]**, *tracciare sul terreno l'incrocio perpendicolare sulla direzione* **O S** *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* **O S** *ed equidistanti dal punto* **A,** *meglio per rapidità se corrispondenti alla metà della misura totale del bastone. Un metodo empirico preciso, dal quale era noto, che i settori tracciati s'intersecavano in due punti esterni, perpendicolari al punto* **A** *posto sulla linea* **O S** *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 storiche pervenuteci.

Forse fu proprio in considerazione di tale e probabile metodo, che Talete riconobbe l'efficacia del risultato, ovvero, della possibilità di determinare grandezze elevate inaccessibili ***sul piano verticale****, mediante la ricostruzione fedele sul terreno,* ***quindi sul piano orizzontale****, dei triangoli rettangoli e soprattutto, tanto più preciso quanto più precisa risultava la ricostruzione dell'angolo retto degli stessi.*

11. IL DISTANZIOMETRO PRENDE FORMA.

Partendo da qui, e ritornando allo strumento prototipo citato nelle pagine precedenti esposto in **Fig. 1***,* **pag. 37,** *Talete deve aver intuito che, viceversa, disponendo di un tale strumento, dove nell'assumere diverse inclinazioni costruiva meccanicamente l'angolo retto e quindi,* ***sul piano verticale*** *in forma precisa e in ugual modo, tutti gli angoli retti nonché tutti i possibili triangoli rettangoli, sarebbe risultato utile per applicazioni pratiche nella determinazione delle distanze o grandezze inaccessibili* ***sul piano orizzontale****, anche notevoli.* ***Inoltre riecheggia col IV postulato del Libro I degli Elementi.***

Dette distanze orizzontali o grandezze, erano individuabili dal prolungamento ideale dell'ipotenusa (coincidente con il braccio della bilancia a supporto); nel 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*[26] *di punti di forma circolare.*

[26] **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.

12. IL DISTANZIOMETRO PRENDE POSTO.

Talete, deve avere sicuramente intuito, proprio a seguito del metodo visto per le piramidi, che situando questo strumento sul bordo del parapetto di una torre (o di un punto elevato sul piano verticale) prospiciente il mare **[Fig. 7, pag. 61]**, *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.

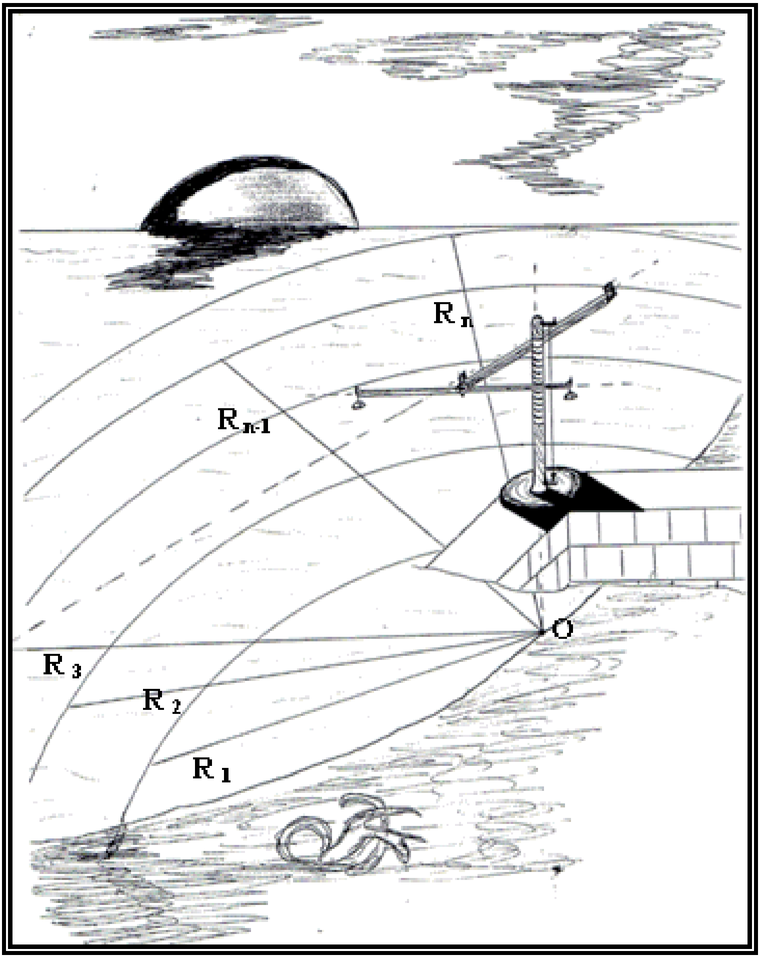

Fig.7 - Il frazionamento del mare

Disegno originale dell'autore del 1986 da un'idea del 1977

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.*

13. TALETE PRENDE LE DISTANZE.

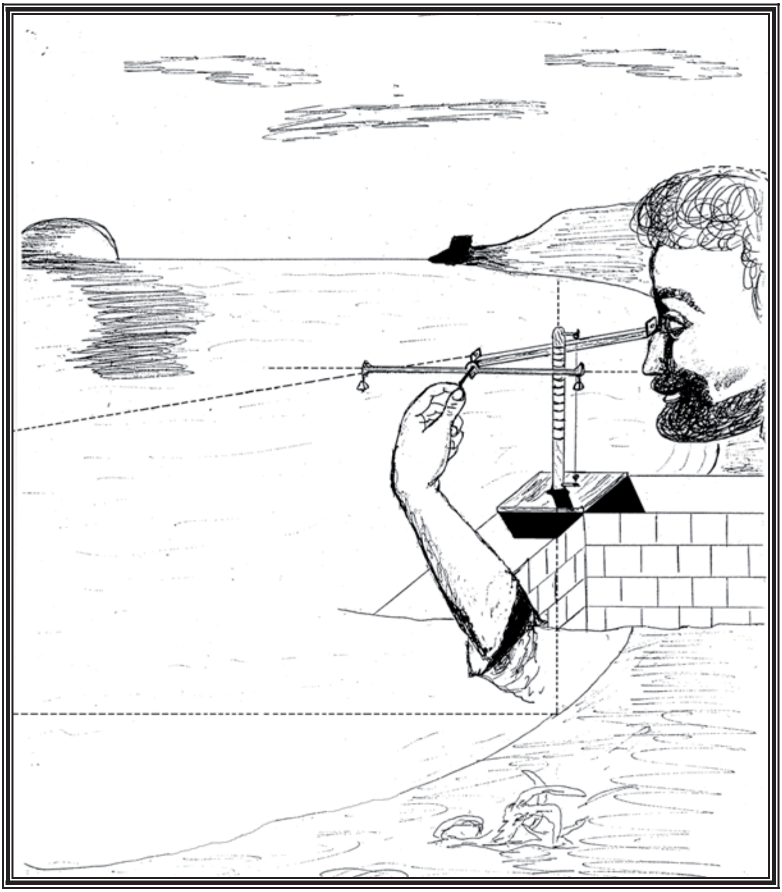

Fig. 8 - Poseidone alle spalle di Talete.

Disegno originale dell'autore del 1986 da un'idea del 1977

*Pertanto***[Fig. 8, pag 63],** *una nave in mare, in navigazione* *dentro l'orizzonte, veniva puntata con lo strumento*[27] *e avvistata sotto un certo angolo d'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, dall'altra parte, con l'ausilio preliminare di una cordicella di bloccaggio per facilitare 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, pag. 66]**, *una nave avvistata sotto una*

[27] *Facciamo 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.**

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[28] *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.***

[28] *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.*

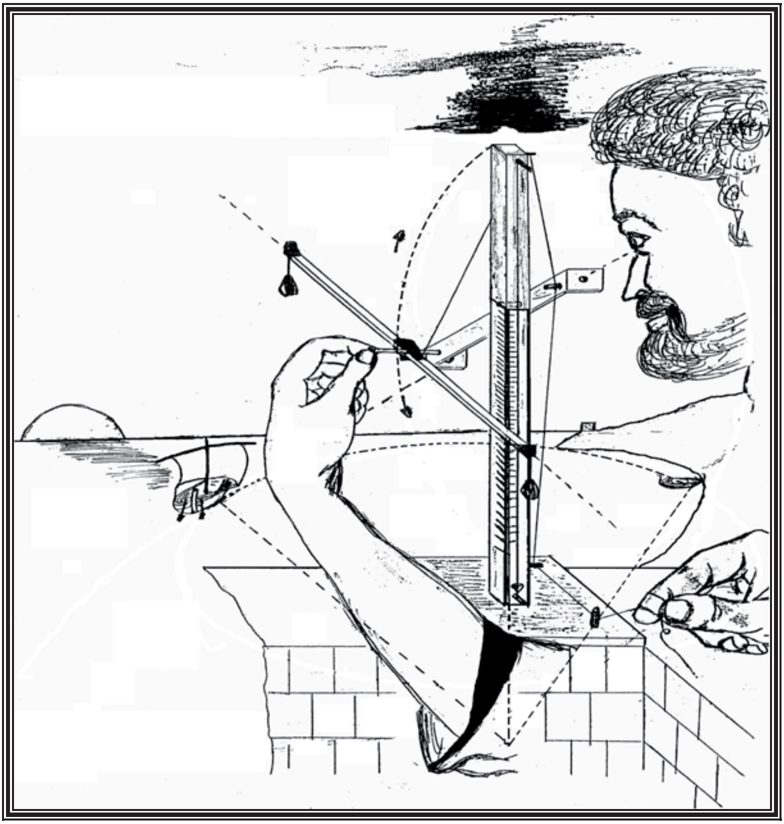

Fig. 9 - Talete placa Eolo e accosta le navi.

Disegno originale dell'autore. perfezionato nel 1990 da un'idea risalente al 1977

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, ma ora, tutto da scoprire, da valicare e da esplorare.

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.

14. 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.[29]

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.**

[29] Carl B. Boyer, Storia della Matematica, Mondadori, 2008, pag 229,230.

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, secondo questa ipotesi che andiamo ora ad avanzare, 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:

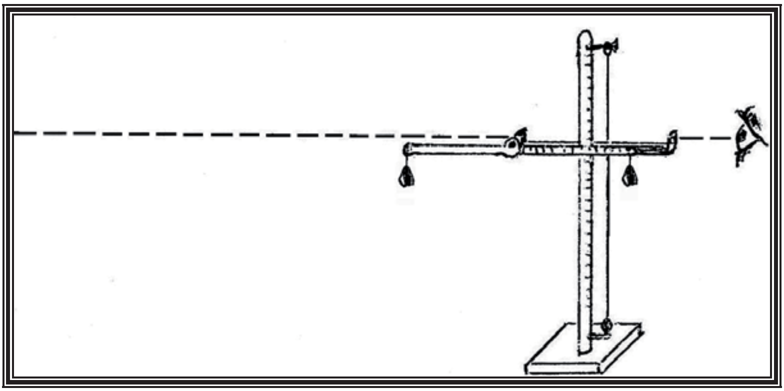

Fig. 10 - Il kuu piano

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1986

Infatti **[Fig. 10, pag. 69]**, *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 garantiranno ugualmente l'equilibrio, risultando soprattutto utili per le varie conformazioni assunte dallo strumento multifunzionale.

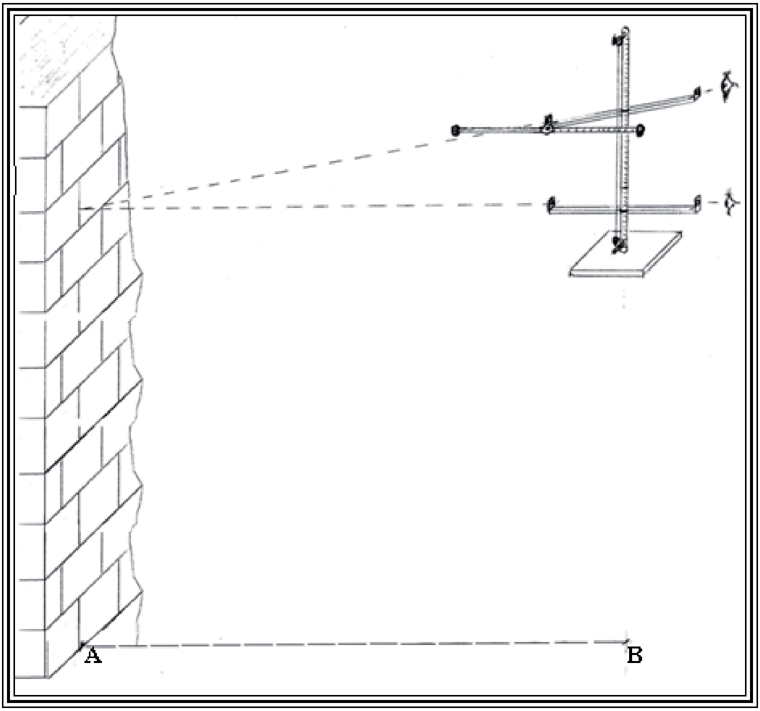

Fig. 11 - Il ngo-kuu

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1986

Con l'asta di puntamento inferiore **[Fig. 11, pag. 70]** *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.*

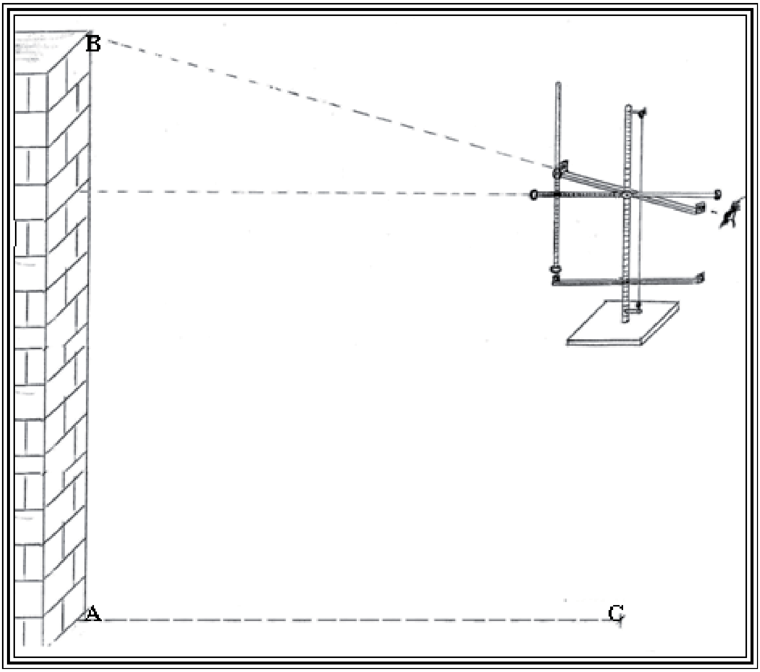

Fig.12 - Il yen-kuu

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1986

Conformando inizialmente lo strumento al tipo ngo-kuu per determinare preliminarmente la distanza **[Fig. 12, pag. 71]**, *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:*

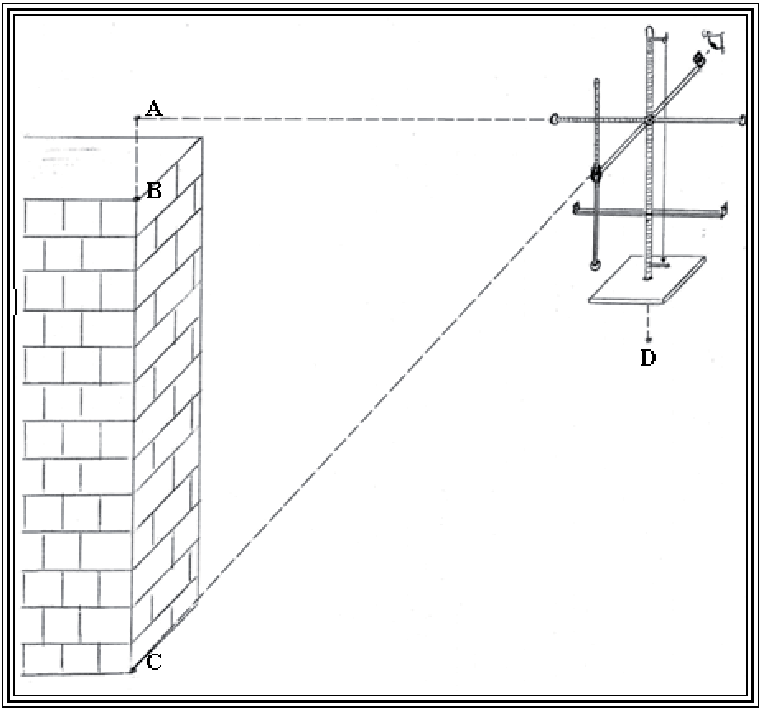

Fig.13 - Il fo-kuu

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1986

Il fo-kuu rappresenta una versione opposta del yen-kuu, poiché non si fa altro che togliere **[Fig. 13, pag. 72]** *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 oculare 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 anche notevoli, 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*[30]**,** *di poter misurare e determinare in qualunque momento,* **l'inaccessibile e di poter conquistare l'irraggiungibile.**

---

[30] *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 alcuna idea chiara e completa circa il modo col quale presentava il suo insegnamento.

15. 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.[31]

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 vincolante verifica strumentale, venivano quindi dimostrate mediante percezione visiva togliendo il dubbio e assicurando così fin dal principio il convincimento, applicando dunque, un "principio di ragion sufficiente".[32]

La creativa attività matematico - strumentale di Talete nonché la sua costante ricerca di una evoluzione sempre più precisa e universale dell'angolo e di uno strumento di collimazione basato su principi costruttivi matematici, fu senz'altro la chiave che l'ha introdotto, come vedremo più avanti, ***verso l'astronomia razionale;*** *l'ingegnoso metodo dell'orizzontale e fedele ricostruzione sul terreno dei triangoli rettangoli per la*

[31] **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 dimostrando i teoremi astrattamente e intellettualmente, ecc. ...... »

[32] **Silvio Maracchia:"Talete nello sviluppo della geometria razionale" Cultura, scuola n°37, gennaio-marzo 1971.**

determinazione, come abbiamo visto, dell'altezza inaccessibile e inviolabile delle piramidi ha generato tramite l'osservazione, l'ingegnosa invenzione successiva di uno strumento multifunzionale, basato invece sulla verticale costruzione meccanica dell'angolo retto mediante l'assemblaggio di due o più bilance e, non fu un'invenzione da poco! Anzi, fu la base di partenza verso traguardi matematici e scientifici notevoli e inaspettati, che prima di Talete sembravano impensabili. ***Era nata la scienza strumentale****.*

Noi crediamo e cercheremo di provare che, con la sensibilità del medesimo strumento esaminato, aggiunto da lievi accorgimenti suggeriti dalla prima conformazione strumentale per la misurazione delle distanze delle navi in 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 o empirico (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 e importante testimonianza; per assicurarci che gli angoli al vertice formati da due rette intersecanti siano uguali, è sufficiente costruire **[Fig. 14, pag. 78]** *uno strumento (di fattura analoga a quello già visto in precedenza) con supporto doppio e doppiamente graduato con* *tacche unitarie*[33] *poste ad intervalli regolari, fino ad uno sviluppo di due retti e ognuna corrispondente ad un preciso numero* (vedi nota n°33), *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 ***(Vedere. Aldo Bonet, Periodico di Matematiche, Mathesis, n° 3, 2008 da pag 33 a pag 78, anche sul sito:*** www.storiadellamatematica.it***)*** *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.*

[33] «Giamblico - 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».

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

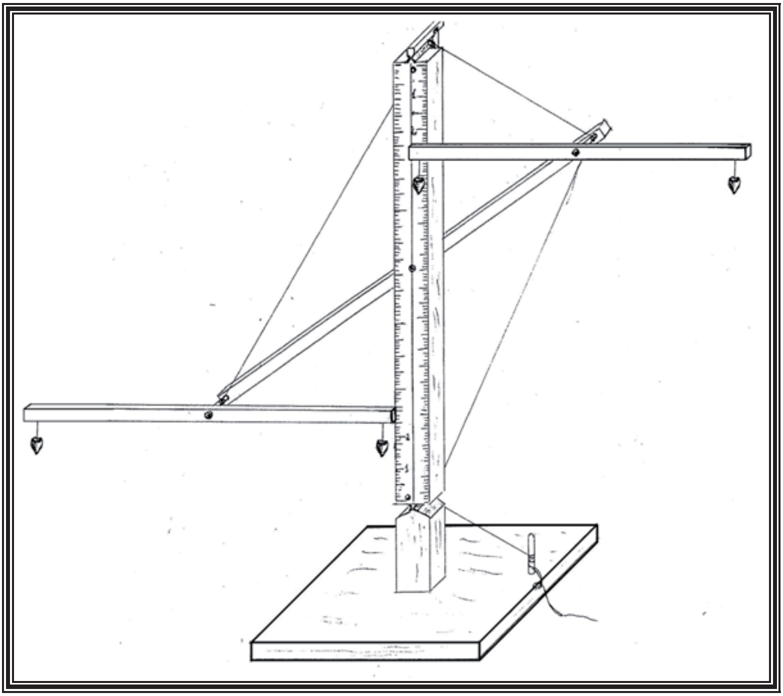

Fig. 14 - Gli opposti sono uguali?

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990

Infatti, **[Fig.14, pag. 78]** *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*[34]**,** *si può concludere e affermare che sono: "uguali"* [35]*. Da questa importante "dimostrazione" strumentale ne consegue quella altrettanto notevole, relativa alla bisezione del cerchio dimezzato dal diametro.*

---

[34] «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 strumentale di Talete esercitato sui geometri posteriori, dove Euclide è stato indubbiamente un grande e rispettoso estimatore della più antica tradizione ellenica e quindi di Talete*

[35] *Se si fa attenzione, si rileva che gli angoli formatisi dallo strumento, 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.*

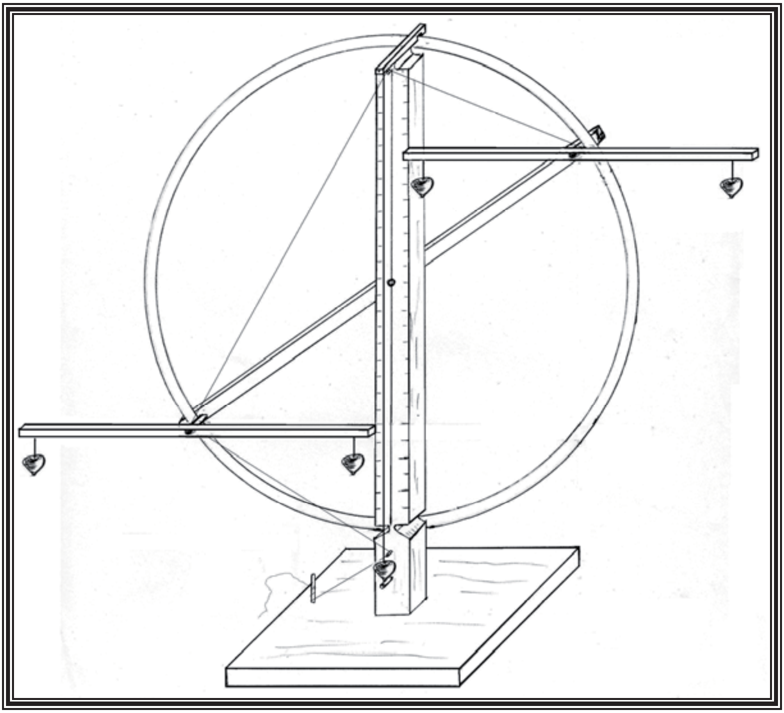

Fig. 15 - Il diametro biseca il cerchio?

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990

Difatti **[Fig. 15, pag. 80]**, *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 di conseguenza, per i settori adiacenti e ciò in quanto, a partire da un'inclinazione* *qualsiasi,* ***l'inflessibile avanzata***[36] *del braccio,(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 avviene proprio, con l'inflessibile avanzata del braccio lungo i settori del cerchio.

Una seconda [Ved Fig 16, pag. 83] 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 medesimo cerchio le relative tacche progressive e orientate, preliminarmente segnate ad intervalli regolari a partire dalle due opposte origini, superiore e inferiore, coprendo così

[36] «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**

l'intera circonferenza del cerchio.

Questa seconda dimostrazione, che avvicina l'angolo ad una connotazione quasi moderna e richiama la testimonianza secondo la quale a Talete si ascrive pure il merito di aver **adottato l'arco di circolo come misura degli angoli.,** *potrebbe aver suggerito allo stesso Talete l'idea astronomica per ottenere quella precisa misurazione angolare del Sole che la tradizione gli attribuisce e raggiunta in tarda età, dopo una probabile maturazione contemplativa dell'angolo e, come vedremo, avvenuta gradualmente dall'esperienza sperimentale della sua scienza strumentale.*

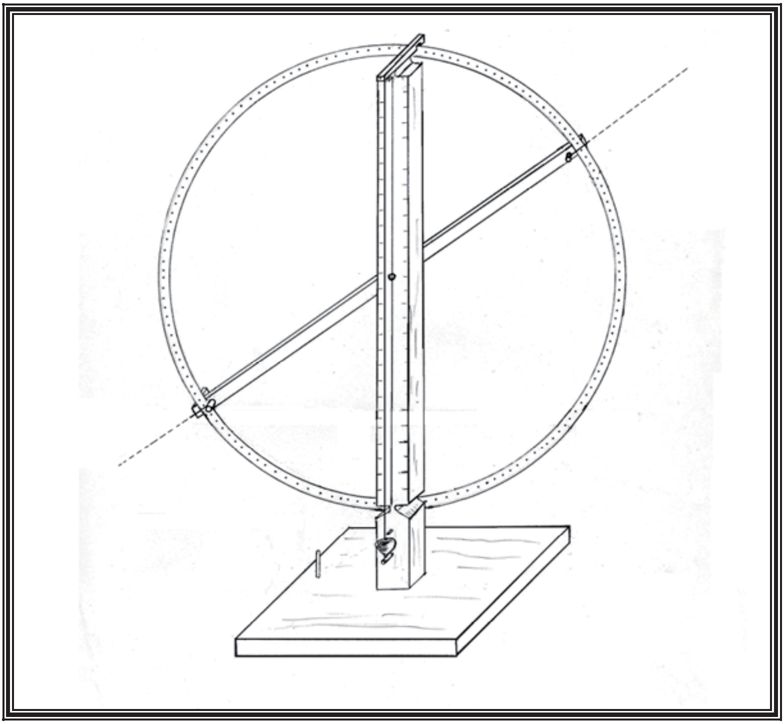

Fig.16 - Il cerchio è sempre bisecato dal diametro.

Disegno originale dell'autore del 2009 da un'idea del 1990

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.*[37]

[37] *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 pura, grazie alla scienza strumentale di Talete si era così innescata.*

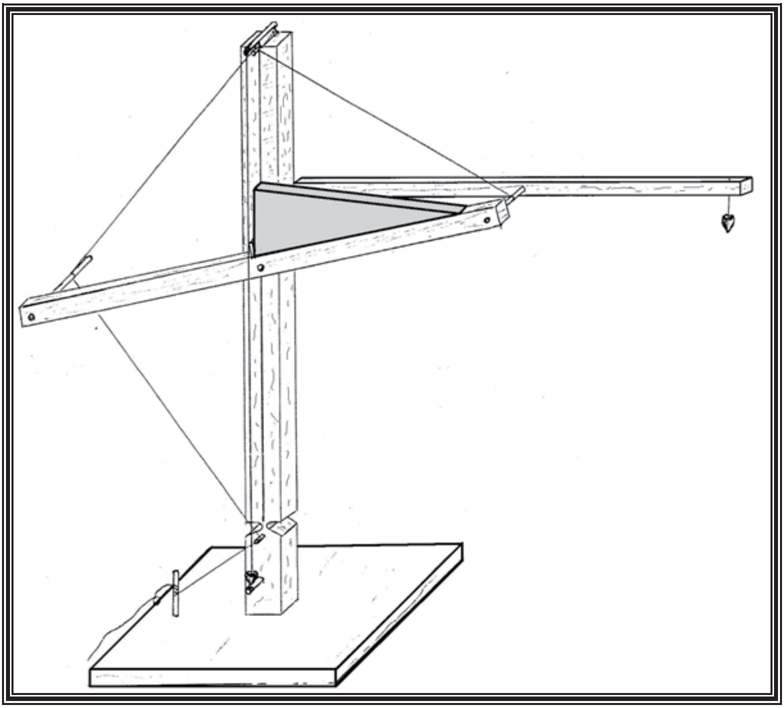

Fig.17 - Gli angoli alla base sono uguali?

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990

Continuando sulla stessa strada strumentale **[Fig. 17, pag. 85]**, *Talete poteva verificare l'esattezza dell'uguaglianza degli angoli alla base di un triangolo isoscele*[38] *e ciò, costruendo*

[38] **Bruno Rizzi par.5 pag 309 note 44 e 45:**

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, pag. 83, si poteva giungere alle stesse conclusioni escludendo il bilanciere e utilizzando in alternativa il cerchio graduato.

«La 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»

16. TALETE SCOPRE I TEOREMI DELLA GEOMETRIA.

L'ultima testimonianza matematica 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 e solo 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 - pag. 66, Fig. 14- pag. 78, Fig. 15- pag 80 e Fig. 17- pag. 85]**, *mediante uno spago o cordicella da legare al perno o fulcro di un bilanciere e facendo passare la stessa cordicella, avvolgendola 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 necessariamente passare, dista dal fulcro centrale pari alla metà della grandezza 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, pag. 90]**.

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, pag. 85].**

L'unicità di questo teorema risultava curiosa, anche perché, con lo stesso strumento, sarebbe stato facile osservare che in un cerchio i triangoli inscritti. col diametro non coincidente coi lati, possono essere solo di tre tipi: equilatero, isoscele e scaleno; ma la stessa cosa, non valeva più quando un qualsiasi lato coincideva col diametro, per il quale il triangolo inscritto era ed è soltanto unicamente rettangolo.

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 soltanto 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, tutte materie per le quali, lo strumento di rilevazione, di misura e di osservazione è fondamentale, indispensabile e basilare.

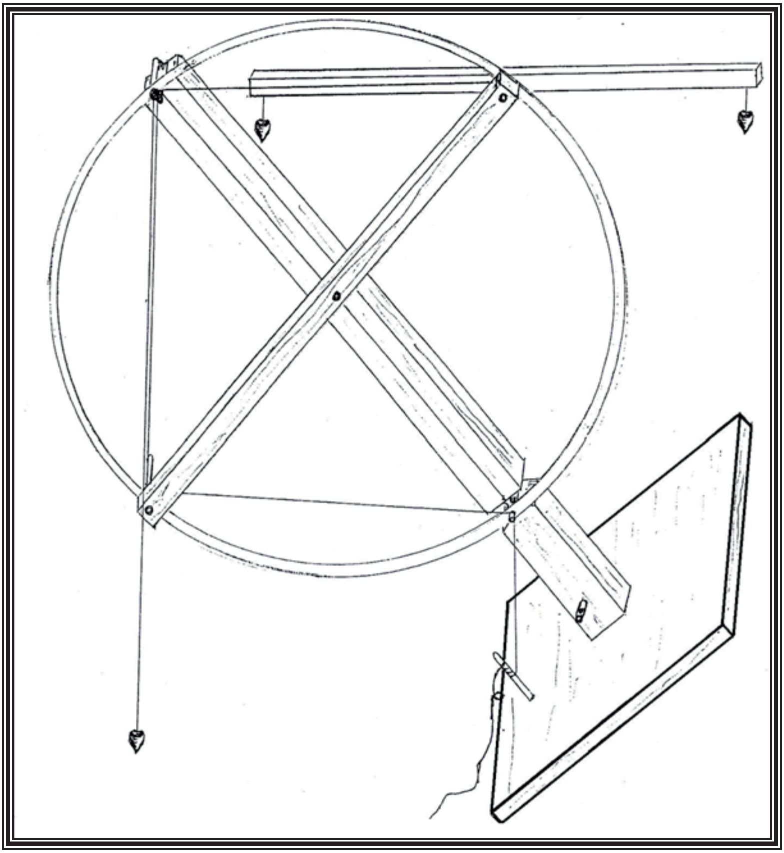

Fig. 18 - Una perpendicolare inclinazione.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990

Evidentemente, se Talete avesse inclinato **[Fig. 18, pag. 90]** *casualmente lo strumento, fino a collimare con il filo a piombo un lato di questo triangolo iscritto nel semicerchio e 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 meccanicamente 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.

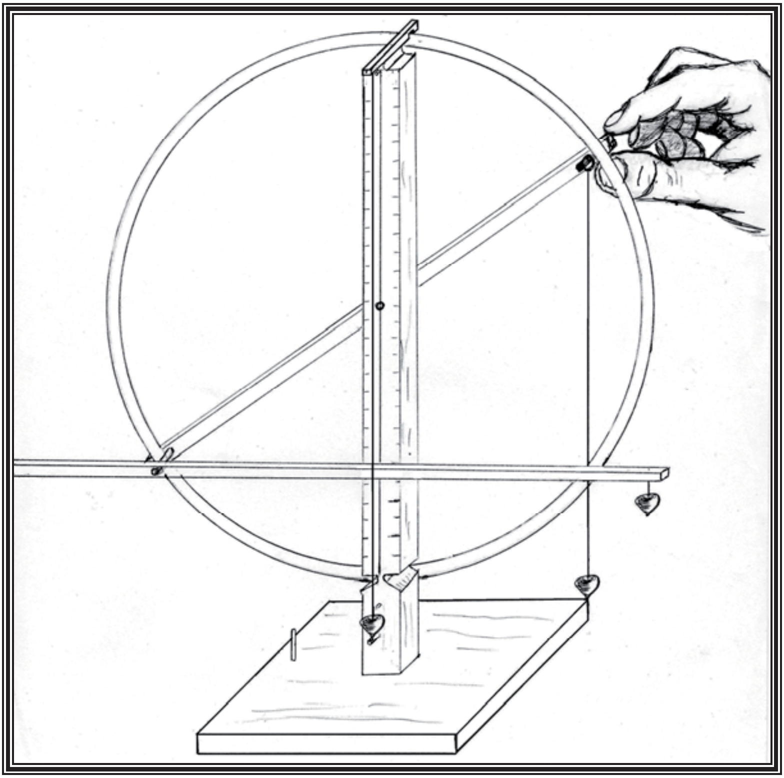

Fig. 19 - Una dinamica scoperta.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990

Nel caso in cui il bloccaggio dello strumento fosse avvenuto in *modo del tutto diverso o semplicemente nel modo più naturale e spontaneo, mediante l'ausilio delle sole mani* **[Fig. 19, pag. 91]**, *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, pag. 20, 21).***

17. UNA SCOPERTA SUGLI ANGOLI DEI TRIANGOLI.

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 scoperta **di grande importanza per il futuro della geometria**, poteva essere probabilmente avvenuta da parte di Talete o dai sui allievi in modo indipendente dal teorema sopracitato e mediante il medesimo 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, pag. 23, 24).***

Ciò ci appare maggiormente verosimile e, forse questi antichi geometri 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 o assieme al maestro stesso.

Così avrebbero potuto scoprire con un primo metodo *d'indagine che,* **[Rivedere Fig. 17, pag. 85]** *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 raggiungeva 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 li 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 poi all'astronomo Talete, con quanto vedremo in seguito, quale riflessione mirata ad un'applicazione precisa della misura angolare del Sole.

Nella **Figura n° 20 di pag. 97** *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 le quali 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, pag. 97.***

Iniziamo col triangolo equilatero e con la rilevazione degli angoli orientati in ordine consecutivo, ovvero della tripletta angolare enumerata con: 1, 2, 3 pari a 60° ciascuno **[***Vedere semicerchio sinistro* ***Fig.20, pag. 97*****]** *,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; ebbene, 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.*

Proseguiamo col triangolo isoscele con gli angoli orientati in ordine consecutivo, ovvero con la tripletta angolare enumerata con: 4, 5, pari a 75° ciascuno e 6, pari a 30°, ma l'esperimento è valido per qualsiasi triangolo isoscele solido e con un qualsiasi ordine numerico o combinazione dei suoi angoli prescelti **[***Vedere semicerchio destro* ***Fig.20, pag. 97*****]***, 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.

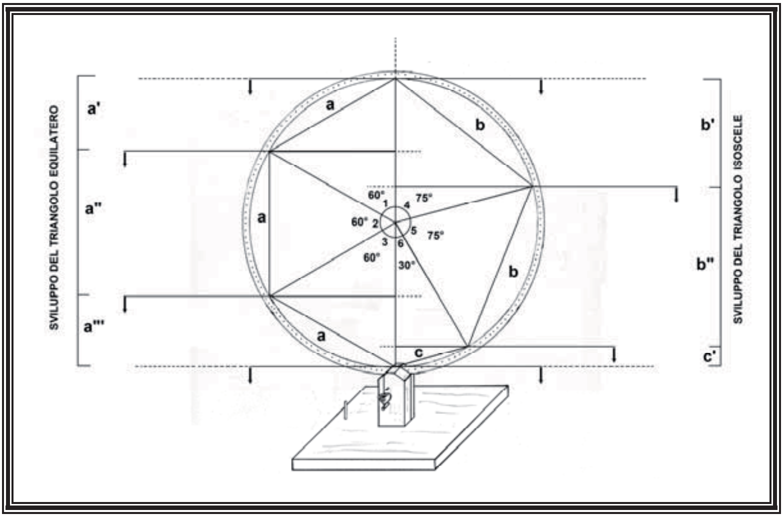

Fig.20 - La somma interna degli angoli dei triangoli è pari a due retti?

Disegno originale dell'autore del 2009 da un'idea del 1990

Ovvero, si può concludere che: la sommatoria strumentale 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. L'esperimento è verificabile gradualmente per ogni tipo di triangolo solido: ***equilatero, isoscele e scaleno.***

Risulta chiaro allora, che la somma strumentale degli angoli interni di un triangolo solido qualsiasi ***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 finale, forse passata prima per la corda geometrica sottesa dall'arco (come fece prima Archimede con la tavola delle corde e poi Ipparco di Nicea con la sua diottra delle corde), pari ad una forma angolare definitiva individuata correttamente come settore di un circolo di raggio unitario o alla sua suddivisione in 360° gradi sessagesimali, quest'ultima, introdotta probabilmente sulla probabile tradizione Babilonese dallo stesso* ***Ipparco di Nicea (180 – 125 a.C.)*** *considerato anche il padre della trigonometria, ma è forse più probabile, come vedremo più avanti, che la suddivisione in 360° sia avvenuta invece, su una più plausibile tradizione Taletiana.*

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*[39] *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, pag. 100]** *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.*

[39] **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.**

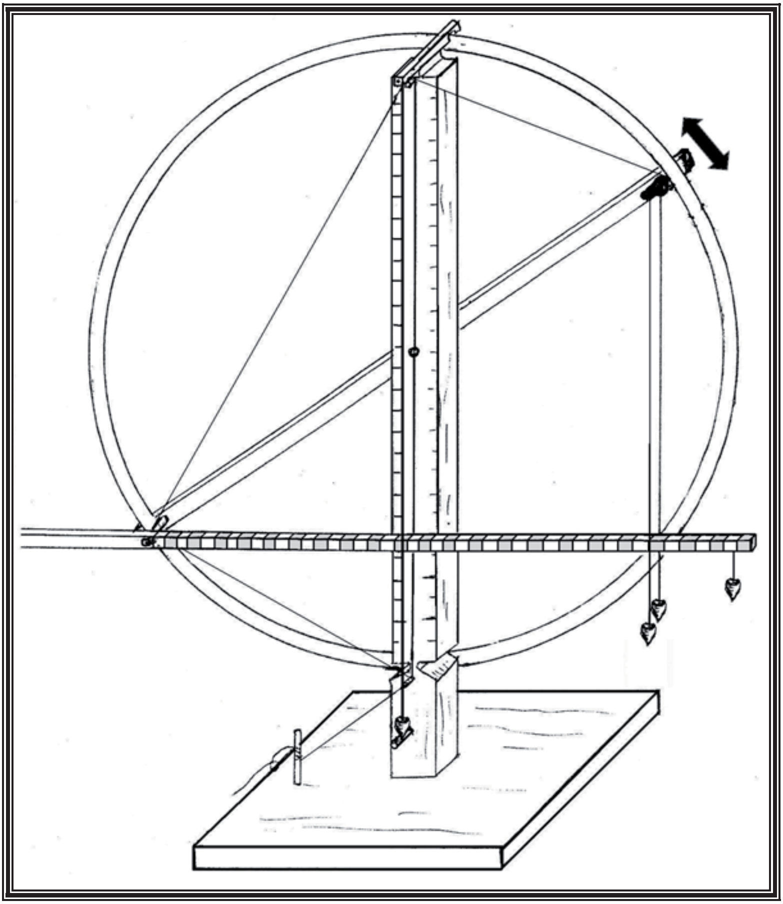

Fig 21 - Platone congeda il Maestro

Disegno originale dell'autore realizzato nel 1990 e perfezionato nel 2009.

18. L’ARCHE’ DELLA GEOMETRIA E DELLA FILOSOFIA.

*Le conclusioni geometriche strumentali sarebbero state così sbalorditive quanto sconosciute e inattese, che Talete fece di queste sue scoperte 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, queste scoperte strumentali, dopo la determinazione inaccessibile delle distanze delle navi in mare fatte con lo stesso strumento, dopo l’eclisse di sole che Talete predisse o meglio, come vedremo in seguito, capì forse meccanicamente tramite ancora lo stesso strumento e, dopo la misurazione dei cieli, non più esclusiva del dio Thoth, fu questo “passo”, quello **“dell’archè”,** della ricerca unitaria sull’origine 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 Thoth; questo mezzo strumentale che si dispone sempre meccanicamente sulla stessa linea dell'orizzonte e perpendicolarmente alla misteriosa forza di gravità, 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 unificante del mondo universale che ci circonda, influenzando in questo modo gli studi filosofici e i più grandi scienziati futuri e solo per citarne alcuni: i primi due filosofi discepoli di Mileto***, Anassimandro (611 – 547 a.C.) e Anassimene (nato verso il 570 a.C.),*** *a seguire poi con* ***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.), Euclide di Alessandria (306 – 285 a.C.) ed Eratostene di Cirene (276 – 194 a.C.).***

19. 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 ma anche una scienza, che condizionerà e getterà le basi non solo agli studi e alle opere dei maggiori pensatori successivi come abbiamo già citato ma molto probabilmente e di conseguenza, anche ai tre libri oggi meno noti di Euclide: ***l'Ottica, la Catottrica e i Fenomeni***

Si può cominciare ad ammirare 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)

Apuleio Folrida 18: "Egli, quando era ormai assai vecchio, scoprì il divino teorema 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**"**[40]**. Diogene**

[40] **Adolfo La Rocca, Il Filosofo e la Città, commento storico ai Florida di Apuleio, Edizioni L'Erma di Bretschneider, 2005, pag 126 e 127**

Laerzio I 24 *:* “Per primo secondo alcuni stabilì che la grandezza del Sole è la 720 ma parte dell’orbita solare come pure che la grandezza della Luna è nelle stesse proporzioni rispetto all’orbita lunare”.[41]

E incredibilmente, leggiamo che vi riesce!....*Per l’epoca, con una formula sbalorditiva per precisione e bontà di approssimazione, calcolando questo rapporto angolare del Sole, pari a:* **1/720**; *come pure per quello della Luna, trovando che la grandezza del diametro della Luna è nelle stesse proporzioni rispetto l’orbita lunare.*[42]

[41] *Questa splendida finestra su Talete misuratore dei Cieli si è aperta grazie alle ricerche della* ***prof.ssa*** **Flavia Marcacci,** *la quale mise gentilmente a disposizione su mia richiesta, nel marzo 2009, la sua voluminosa* **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**, *dentro la quale era contenuto un aspetto molto dettagliato e approfondito dei nuclei di sapere di Talete e che mi ha consentito di raggiungere, grazie alla forza creativa dell’intuizione, alla bontà della strada strumentale già intrapresa e all’approfondimento mediante la ricerca di altri testi fondamentali sull’argomento, questi notevoli sviluppi e conclusioni sulla parte astronomica di Talete e sull’influenza esercitata sulle Opere dei maggiori e successivi Scienziati dell’antichità.*

[42] **Antonio Favaro, Archimede, Formiggini Editore, Roma 1923, diponibile col progetto Manuzio, http://www.liberliber.it/ e sostenuto dall’associazione:**

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

ebbene, al cap IV ci dice che, anche Archimede tentò di dare una misura angolare del Sole:

«ossia in altre parole che il diametro apparente del sole è compreso tra* 32' 56" e 27', *ciocché è vero entro i limiti concessi dai mezzi strumentali del tempo, i quali evidentemente non consentivano una approssimazione maggiore».

Talete in questo era stato forse meno preciso ma più pratico e conciso, dove 1/720 corrisponderebbe ai nostri 0,50° sessagesimali ovvero a 30'; probabilmente Archimede o aveva una vaga e non completa testimonianza del metodo strumentale di Talete, ma la cosa ci appare inverosimile visti i contatti certamente avvenuti con i maggiori pensatori dell'epoca, frequentatori attivi ad Alessandria d'Egitto della più grande biblioteca dell'antichità, oppure, deve aver compreso o appreso di una imprecisione del metodo di Talete, forse quella di aver considerato erroneamente gli astri di forma circolare e non sferica, ma certamente stimolante tanto da indurlo a tentare di trovare e ricalcolare anziché il numero o l'angolo sotto il quale l'occhio osserva il diametro apparente del Sole e della Luna, un più rassicurante intervallo minimo angolare dentro il quale si collocherebbe con maggior ragionevolezza il diametro della sfera solare o lunare, poiché Talete più dell'angolo, dove all'epoca non aveva ancora raggiunto quella precisa connotazione finale di misura, si propose di cercare, con successo, il rapporto o meglio, il numero divino, che scoprì unico per i due astri principali.

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, pag.265 leggiamo:

Per quanto abbiamo già visto, della sua attività matematica, sappiamo che Talete per raggiungere questo notevole risultato non ragionò con una misura angolare moderna come quelle oggi conosciute, quindi, certamente con una connotazione alternativa ma ugualmente efficace; ciò che vedremo più avanti proprio in quella connotazione evolutiva dell'angolo, raggiunta con un concetto precursore a quello moderno del radiante.

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 inviolabili dei re faraoni, inclinando semplicemente un bastone sulla direzione del raggio solare luminoso che proietta il vertice della piramide nel punto all'estremità della sua ombra; che ha misurato indirettamente,

---

«Archimede stesso dice che fu Aristarco di Samo a stabilire per primo il valore di mezzo grado per l'ampiezza angolare del Sole»…. *Poiché questo angolo corrisponde allo stesso rapporto del numero divino di Talete* **(1/720 x 360° = 0,5°)**, *Archimede deve aver ritenuto che anche l'angolo singolare di Aristarco* ***(1/180 di quadrante)*** *fosse inesatto, proprio da ritenere più plausibile per un corpo sferico, la ricerca di un intervallo minimo angolare in cui collocare il suo diametro****. Certamente come vedremo, fu sicuramente la Scienza di Talete, pur con tutti i limiti concessi di una scienza al suo esordio la quale poteva risultare discutibile o superabile nei metodi o nelle interpretazioni, che stimolò comunque queste ricerche e permise ai posteri di giungere rapidamente ad una più precisa connotazione della misura dell'angolo espresso in gradi sessagesimali, ad una più precisa interpretazione geometrica dei corpi celesti e ad una Teoria Ottica che ha consentito di superare quelle difficoltà dell'epoca, tese soprattutto a migliorare quelle valutazioni nelle misurazioni topografiche e astronomiche verso una scienza sempre più precisa e raffinata.***

con altrettanta probabile precisione, come rivedremo tra poco, la distanza delle navi spinte da Eolo nel mare di Poseidone e con lo stesso strumento, come abbiamo ampiamente visto, presumibilmente scoperto e spiegato i teoremi fondamentali della geometria ”sacra” degli egizi, postulando da questa scienza strumentale non più un’altra divinità, ma 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 e l’idea “utopistica” o “sacrilega” di valicare la linea dell’orizzonte per esplorare o violare il Cosmo degli dei, dia inizio ad una misurazione in scala del cielo e del suo astro principale e ciò probabilmente aiutato anche da semplici scoperte, che per un osservatore attento come doveva essere il saggio Milesio, nonché indiscutibile maestro delle ombre e della precisa misura indiretta, non dovevano essergli sfuggite di mano né tanto meno, passate a Lui inosservate: ***la doppia eclisse e l’osservazione indiretta del Sole.***

Prima d’intraprendere lo studio di queste due notevoli scoperte che hanno dato inizio ad un nuovo modo di osservare il Cielo ma anche di raggiungerlo con delle misure astronomiche alquanto precise, è bene che ci soffermiamo nuovamente sul metodo probabilmente escogitato da Talete per la determinazione delle distanze delle navi dentro l’orizzonte marino.

Il distanziometro visto nelle pagine precedenti **[Fig. 9, pag. 66]** *e utilizzato per la sola determinazione della distanza delle navi in mare, per giungere 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 tubicino (per esempio di canna palustre) che avrebbe protetto l'intero campo ottico di mira dello strumento, dall'interferenza esterna della luminosità solare circostante.*

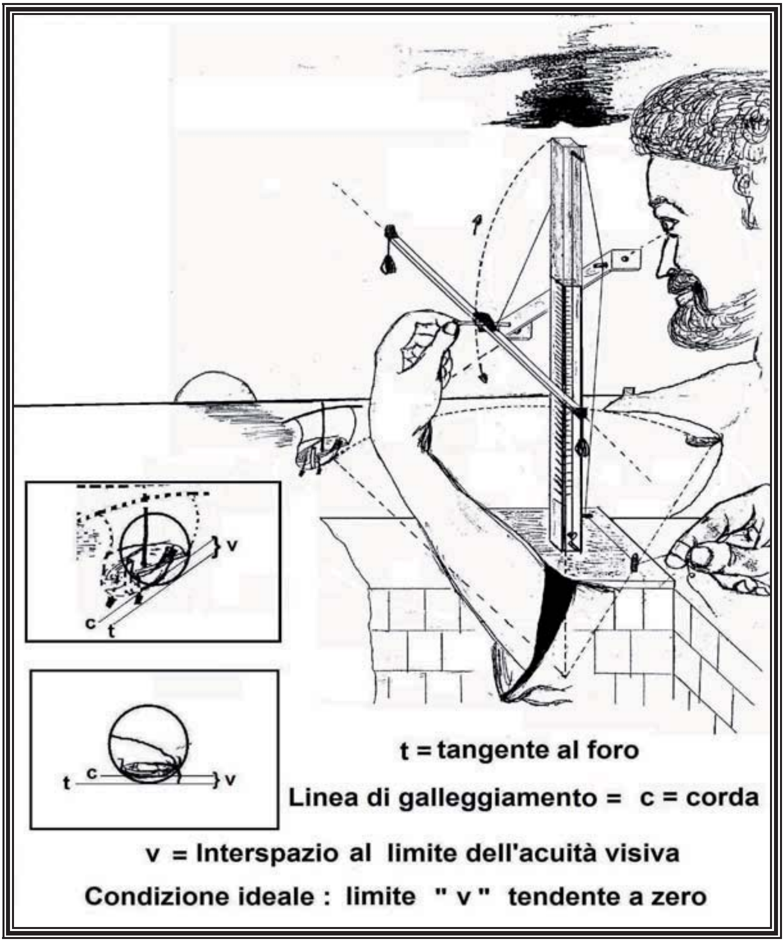

Fig. 22 - Le linee comunicanti di Talete

Disegno originale dell'autore del 2009 da un'idea risalente al 1977

Lungo la direzione di puntamento, la collimazione ottimale di riferimento **[Fig. 22, pag. 109]** *che avrebbe consentito di raggiungere una buona precisione, sarebbe avvenuta* *nell'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 al perimetro circolare dei fori.*

Tanto più precisa, quanto più la linea di galleggiamento, col movimento dell'asta oculare, veniva distanziata a piacimento dall'osservatore dal diametro del foro 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 come scelta vincolante) 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[43] *della barca del canneggiatore*

[43] *Interessante è notare che queste "linnee di galleggiamento" delle navi sono argomenti che riemergono in forma scientifica nell'idrostatica di Archimede, che nasce nella sua opera*: ***Sui Galleggianti.*** **Lucio Russo, La rivoluzione dimenticata, Feltrinelli 1996, da pag 94 a pag 96;** *l'autore scrivendo del lavoro Sui Galleggianti di Archimede, ci dice che nell'opera è contenuto un concetto identico al principio* ***dei vasi comunicanti****, che prosegue verso uno studio specifico delle* ***linee di galleggiamento*** *per i corpi immersi nei liquidi, basato su due modelli conosciuti: uno considerando la sfericità della superficie del mare, l'altro considerando la superficie marina come* ***piano naturale per eccellenza.***

Interessante come articolo sul contributo dato dagli studi di Archimede alle progettazioni navali dell'epoca: **Marco Bonino, APPUNTI SULL'OPERA DI ARCHIMEDE NEI RIGUARDI DELL'ARCHITETTURA NAVALE, Archaeologia Maritima Mediterranea, Giugno 2009** *inquadrata al limite e utilizzata precedentemente per l'osservazione e la misurazione preliminare delle distanze dalla torre di osservazione o di stazionamento.*

Proseguendo ora sulle conoscenze astronomiche raggiunte da Talete, non si può non rimanere stupiti nel leggere le notevoli e numerose scoperte astronomiche, cosmologiche e di scienze naturali da Lui compiute[44] *e tutto ciò poteva essere avvenuto non solo per un salto di qualità del pensiero, non solo con l'ausilio della modesta strumentazione del tempo conosciuta, ma sicuramente supportate* ***anche dall'invenzione da parte del Milesio, di uno strumento speciale che doveva avere*** *alla sua base funzionale dei buoni principi costruttivi – matematici e non solo per osservare, ma anche per "misurare"gli elementi naturali del mondo e del cosmo circostante, pur con tutti i limiti di una scienza al suo esordio.*

Per lo scopo astronomico che andremo ad affrontare, lo strumento doveva almeno disporre di ***un campo diottrico semplice e ottimale d'inquadramento, di puntamento o di mira degli astri, supportato anche da un primordiale ma validamente alternativo apparato angolare di stazionamento,*** *solo così si può ragionevolmente spiegare, per quell'epoca, la notevole indagine astronomica compiuta da Talete e la sbalorditiva precisione dei risultati:* ***le scoperte del percorso obliquo delle costellazioni e del cammino delle stelle, l'individuazione fondamentale della stella polare per la***

[44] **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.25.

navigazione, il ritorno annuale del Sole ecc. ecc, *ma soprattutto i dati maggiori* ***con l'osservazione, la spiegazione o la comprensione dell'eclissi di Sole****, l'affermazione del* ***giorno di novilunio*** *nel quale correttamente si verificano e la determinazione pressoché precisa* ***dell'ampiezza angolare del Sole pari a 1/720 della sua orbita****, l'affermazione di* ***posizione astronomica centrale della Terra nel Cosmo e di unicità di quest'ultimo****; il primo modello cosmologico basato e disegnato su dati e mezzi scientifici.*

20. LA PRIMA MAPPA SCIENTIFICA DELL'UNIVERSO

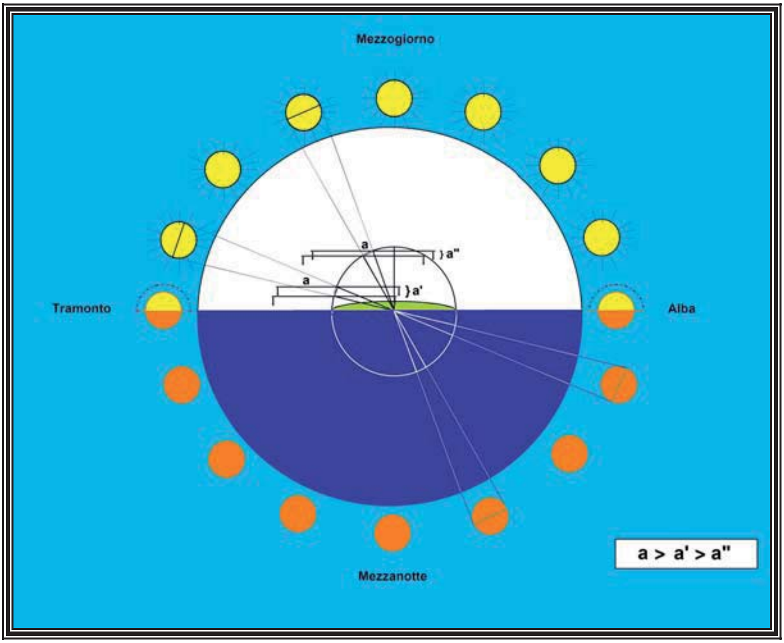

Fig. 23a - Il Cosmo di Talete.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 2009 sulla base intrapresa nel 1990

Il semplice Cosmo sferico di ***Fig.23a, pag. 113,*** *ipoteticamente ricostruito in sezione planimetrica è stato probabilmente concepito da Talete, nella sua elementare unicità, come: una calotta celeste visibile nell'emisfero concavo soprastante, saturo d'aria (colore bianco) e una calotta oceanica, invisibile nella parte emisferica convessa sottostante, satura d'acqua* *(colore blu), con al centro la Terra galleggiante a forma di disco piatto arrotondato (colore* verde*)*[45] *e avente il visibile orizzonte terrestre (o marino) coincidente con la linea di confine dell'orizzonte cosmico (o celeste), attorno al quale avrebbero ruotato, nell'immediata periferia dell'universo, i due Astri principali e le Costellazioni, pensati inizialmente, dentro*

[45] **Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza** pag.252, 253, 254, 255 e a pag. 27, A19, Tesi della rotondità e non sfericità della terra (***terrarum orbem)*** **Seneca Q.N. III. 14.**

Inoltre, facciamo notare che ***Anassimandro*** *ipotizza, distaccandosi da Talete, una Terra cilindrica sospesa in una sostanza universale indeterminata e indefinibile* ***" l'àpeiron"*** *al centro di un Cosmo sferico primordiale, dove attorno alla Terra immobile ruotavano gli anelli degli astri nell'ordine:* ***Costellazioni, Luna, Sole.***

Anassimene *ritorna per certi versi in linea con Talete, ad una Terra piatta ma sospesa nell'aria, una sostanza universale, come fu l'acqua per Talete, più vicina ai nostri sensi e inoltre conferma per i suoi predecessori* ***(Anassimandro e Talete)*** *l'ipotesi da essi formulata di sfericità del Cosmo con la conseguente supposizione di rivoluzione degli astri attorno alla Terra, ma da Lui non condivisa*; ***in Ippolito ref 1 7-Dox 560:***

"Anassimene dice pure che le stelle non si muovono sotto la Terra, come altri hanno supposto, ma intorno alla Terra, al modo che il berretto si avvolge intorno al nostro capo. Il Sole si cela ai nostri occhi non perché sta sotto la Terra, ma perché è riparato dai luoghi della Terra molto alti e perché la sua distanza da noi è molto grande. Le Stelle non riscaldano a causa della grande distanza"

Quindi il Cosmo di Anassimene era dopo l'orizzonte terrestre nell'ordine: ***Luna, Sole, Costellazioni****; si noti poi, come nella Scuola Ionica, per quanto si inizi ad ipotizzare e osservare scientificamente il Cosmo, sembrano mancare le conoscenze dei pianeti distinti dalle stelle fisse.*

la Scuola Ionica, aventi una massa di forma circolare, simili ad una ruota, anziché sferica.[46]

[46] *Se poi, gli astri infuocati delle costellazioni fossero stati invece e inizialmente calcolati o pensati, dai discepoli di Talete, in movimento circolare col baricentro o centro dei loro corpi coincidente o interno alla linea di confine o intersecante col circolo massimo dell'orizzonte dei due emisferi cosmici, avrebbero, nel modello cosmologico Taletiano, incontrato al loro tramonto una massa d'acqua oceanica nella quale si sarebbero inevitabilmente inabissati, peraltro con tutto il loro fuoco emesso come astri stellari del firmamento; ciò potrebbe esser stato lo stimolo che ha portato, come abbiamo visto, a formulare nuove ipotesi dentro la Scuola Ionica, prima con Anassimandro, con l'eliminazione della calotta emisferica oceanica sottostante e sostituita con un'unificante distribuzione sferica o globale di una permeante sostanza cosmica indeterminata, poi con Anassimene, anch'esso con l'eliminazione della calotta oceanica invisibile, ma sostituita dall'aria e, con un cammino astronomico diurno e semicircolare delle stelle che avrebbe deviato, in prossimità del loro rispettivo tramonto mattutino, attorno al bordo del disco terrestre mantenendosi lievemente sopra l'orizzonte cosmico di confine e dietro le parti più elevate della Terra, fino alla loro nuova ricomparsa o elevata notturna quotidiana:* **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, a pag.254 e 255.

Solo successivamente, altri pensatori Greci, stimolati ormai dalle iniziali idee cosmologiche della Scuola Ionica (notare che già Anassimandro compie un salto di qualità notevole ipotizzando una Terra cilindrica sospesa nel centro sferico del Cosmo), hanno distinto e separato l'orizzonte cosmico da quello terrestre o marino, quest'ultimo, collocato giustamente dai pitagorici, nel corpo non più piatto o cilindrico, ma sferico della Terra e questo, dopo aver osservato che l'ombra della Terra proiettata sulla Luna (divenuta anch'essa sferica) durante la sua eclisse è circolare; una Terra comunque rimasta per molti secoli, ad eccezione del pitagorico Filolao, Aristarco di Samo; fino a Copernico, in una posizione cosmica centrale e privilegiata, sin dal primo modello Taletiano.

Questo modello cosmologico di Talete, era probabilmente scaturito in conseguenza del suo metodo sperimentale per il calcolo della misurazione apparente del diametro solare e lunare*, ed è in perfetta sintonia con le testimonianze storiche e osservazioni di altri noti studiosi quali, Heath, che aveva ipotizzato per Talete un modello cosmologico inevitabilmente sferico composto in due emisferi: uno al di sopra della Terra, l'altro al di sotto e dove gli astri, percorrevano con un intero circolo l'intero globo cosmico; poiché soltanto così si può giustificare la precisione della misura angolare del Sole raggiunta dal grande Milesio.*

Interessante è notare, come per Talete i due emisferi dovevano nella spiegazione logica di questa ipotesi, una sorta di livella sferica universale ad acqua, di un'accettazione circolare dei moti per i corpi celesti circostanti, di una conseguente e plausibile determinazione dell'ampiezza angolare Sole/Luna, inevitabilmente appartenersi vicendevolmente ed avere in comune e necessariamente nel centro del Cosmo la totalità della Terra emersa, concepita a forma di ***disco piatto e arrotondato*** *e galleggiante sull'acqua,* ***ma dovendo escludere per logica conseguenza, che l'emisfero sottostane poggiasse su altro****, cosa questa poi contestata successivamente anche da*

Aristotele[47]. Da questo primo modello cosmologico scaturito,

[47] *Il galleggiamento della Terra nell'oceano, secondo le varie testimonianze, era pensato da Talete analogamente ad un legno galleggiante o ad una nave e, quando essa è scossa o fluttua per il movimento dell'acqua, allora diciamo che c'è il terremoto (Seneca nat. Quaest. III 14), questa ipotesi di una* ***Terra galleggiante e arrotondata****, dovrebbe averla formulata anche per giustificare il fenomeno facilmente osservabile del variare giornaliero del cammino apparente "diurno" del Sole che gli risultava sempre diverso nel corso dell'anno; questo perché oggi noi sappiamo con certezza, che la variazione è dovuta all'inclinazione dell'eclittica orbitale rispetto all'equatore celeste di circa 23, 5°.*

Bruno Rizzi par.2 pag 298 e nota n°14:

«Karl R. Popper, riprendendo quest'affermazione ha individuato il punto centrale della teoria di Talete proprio nell'ipotesi della Terra galleggiante sull'acqua ipotesi, egli dice, "che anticipa così singolarmente la moderna teoria della deriva dei continenti" Cfr. Conjectures and Refutations, London 1969, traduzione di Giuliano Pancaldi, Congetture e Confutazioni, il Mulino 1972, pag.238»

Bruno Rizzi par.2 pag 298 e 299, nota n°15:

«Aristotele nel *De Coelo.* "Altri dicono che essa [*la Terra*] posa sull'acqua. Questa è la più antica teoria tramandataci, e ne fanno autore **Talete di Mileto:** essa [*la Terra*] rimarrebbe ferma perché galleggerebbe come un pezzo di legno, o alcunché altro di simile (anche questi corpi infatti sono per natura portati a posare non sull'aria, ma sull'acqua). **Come se poi la medesima ragione non valesse, come per la Terra, anche per l'acqua che sostiene la Terra: neppure l'acqua ha infatti la proprietà di rimaner sospesa, ma poggia a sua volta su qualcos'altro**.

Ancora: come l'aria è più leggera dell'acqua, anche l'acqua è più leggera della terra. Com'è possibile dunque che ciò che è più leggero sia posto più in basso di ciò che per sua natura è più pesante?

non possiamo comunque non accorgerci il prefigurasi, pur ancora inconsapevole nella Scienza di Talete e con straordinario anticipo ***(forse per questo non facilmente accolto sia dai suoi discepoli che dai successori come Aristotele),*** *di un potenziale e rivoluzionario processo di pensiero che ha così fecondato nella mente dell'uomo del VII-VI secolo a. C.,* ***quell'embrione concepito poi nel principio newtoniano della gravità universale****.*

Qui di seguito, poniamo pertanto una visione completa d'insieme **[Fig. 23b, pag. 120]***, dell'ipotesi Taletiana dell'unicità del Cosmo con una forma planimetrica*

Ancora: se per la sua natura la Terra è portata a posare sull'acqua tutta intera, è chiaro che lo sarà anche ogni sua parte; invece noi vediamo che questo non accade, ma qualunque parte di terra si prenda, questa precipita al fondo, e tanto più rapidamente quanto più è grande. Cfr. *De Coelo* II (B) 13, 294 a-b, trad. di Oddone Longo, Bari, Universale Laterza 1973,pp.309- 310.

La spiegazione della proposizione non si presenta dunque agevole. La critica di Aristotele fa pensare terra, acqua, aria poste in "ordine di leggerezza", ma giova altresì rilevare che Aristotele non attribuisce a Talete riflessioni riguardanti, per così dire, il peso specifico».

Anche su questi punti il Professor Bruno Rizzi aveva compiuto una coraggiosa e sottile osservazione *ovvero, mettendo in evidenza la divagazione o la difficoltà filosofica del grande Aristotele sulla ben più profonda meditazione e intuizione cosmologica del precursore Talete; possiamo essere d'accordo e abbinare con* ***quanto lo stesso Bruno Rizzi scrisse sia, al par 2, pag 297 sia, al par 6 di pag 323:*** *«*Ne nasce un singolare dibattito, ad una voce, con Aristotele che cerca il confronto col vecchio saggio per inquadrare, confrontare il "principio" di Talete con i propri…appena enunciati…. Insomma anche questa volta il saggio greco *(Talete)* seppe guardare ciò che gli altri avevano semplicemente "visto"».

interpretativa più proporzionale, onde poter dare una ricostruzione ipotetica più completa possibile, pur basata sulle frammentarie testimonianze ma sufficienti a farci capire la notevole rivoluzione cosmologico- scientifica e culturale introdotta dal primo scienziato di Mileto.

L'ordine qui impartito dopo l'orizzonte: ***Luna, Costellazioni, Sole*** *è del tutto arbitrario; l'unico dato certo per Talete come sua spiegazione logica pervenutaci dell'eclisse di Sole, era il fatto che il Sole doveva essere certamente più distante della Luna poiché, ciò avveniva solo quando la Luna nuova passava sotto al Sole e, pur avendo riscontrato la stessa misura angolare per i due astri, ma per una sopraggiunta concezione conica della visione doveva risultare per questo, anche più grande della Luna stessa.*

Inoltre, dal modello Taletiano qui di seguito ricostruito mediante una visione più completa d'insieme, si comprende ancor meglio la scoperta sorprendente per Talete e lo stupore che deve aver avuto nel rilevare col suo "cannocchiale", contrariamente ai presupposti logici del modello cosmologico da Lui ipotizzato, il percorso obliquo riferito allo zenit delle Costellazioni imperniate in rotazione attorno ad un asse di rotazione ben distinto ma con una sincronia interdipendente, rispetto ai due astri principali, e passante in forma permanente per la stella polare.

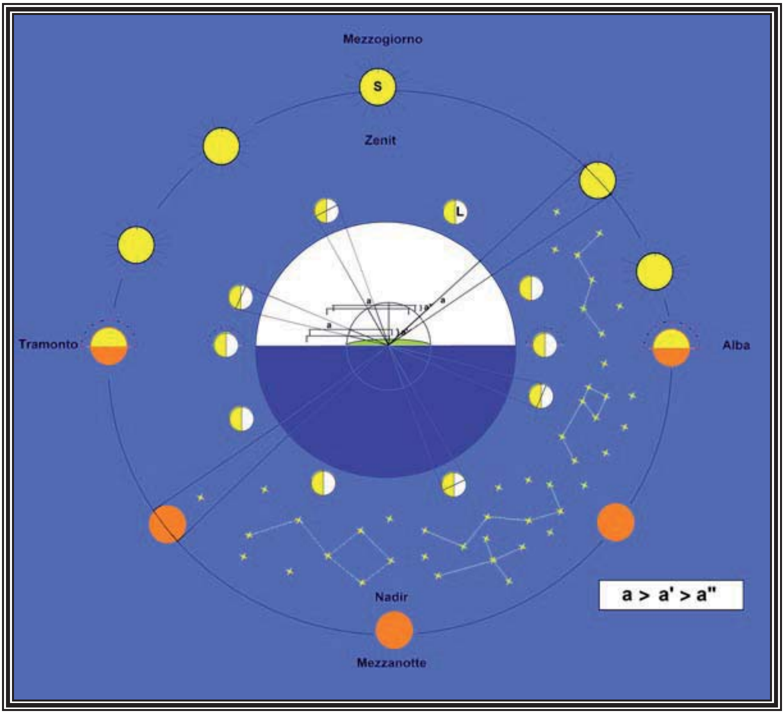

Fig. 23b - L'unicità del Cosmo di Talete

Disegno originale dell'autore realizzato nel 2009 sulla base intrapresa nel 1990.

*Il modello cosmologico di Talete qui ipoteticamente ricostruito, se l'osserviamo bene nel suo complesso logico, seppur interpretato o ridisegnato con altre differenti ipotesi già dagli stessi suoi discepoli, è rimasto concettualmente lo stesso anche nell'Opera di Euclide: **I Fenomeni**, un modello peraltro spiegato o sostenuto attraverso le altre sue opere dello stesso Scienziato Alessandrino: **Gli Elementi** che abbiamo citato e **l'Ottica, (con la conseguente Catottrica)** che vedremo in seguito, a dimostrazione della notevole influenza della Scienza* *che il Sapiente Milesio ha indubbiamente esercitato sulle opere dei posteri come quelle di Euclide; così si legge sul Libro di* **Francesca Incardona, Euclide OTTICA, Di Renzo Editore, 1996, alle pagg. 37, 38, 44 e 45, nonché a pag. 81** ***dove la stessa Autrice*, *a fine pagina, pone la seguente e notevole riflessione:***

«I tre trattati euclidei, ELEMENTI, OTTICA e I FENOMENI, scritti in sequenza, costituiscono una realtà, l'uno sull'altro. Ma forse l'uno nell'altro, come scatole cinesi».

21 METODO DELLA DOPPIA ECLISSE.

Con uno strumento così predisposto come in ***Fig. 22, pag. 109*** *magari aggiunto da un supporto doppio e interamente graduato con piccole linee, Talete avrebbe potuto cominciare a valicare l'orizzonte marino e 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 qui ipotizzare e che, non sarebbe improprio coniarlo come*: ***"Il metodo ad ostacoli della doppia eclisse".***

Per spiegare meglio il metodo, cominciamo a dire che, l'osservazione 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***[48]***,*** *nel*

[48] ***Illusioni ottiche, della natura, e legge di Emmert vedere sul Sito:*** http://www.illuweb.it/facce/faccsolu.htm

Certamente anche Talete, in questa ipotesi di una sua scienza strumentale in argomento, deve aver preso coscienza di questo fenomeno grazie al suo strumento

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 **(Figure 24, pag. 124)**

---

e subito dopo aver collimato dentro i due fori dei traguardi, la Luna e il Sole appena sopra l'orizzonte, i quali non solo, dovevano fra loro risultargli entrambi uguali nella loro grandezza apparente poiché coincidenti col foro perfetto, ma anche più piccoli dentro il campo ottico strumentale rispetto alla primaria visione diretta ad occhio nudo.

Questo fenomeno della grandezza apparente del Sole e della Luna diversi all'alba o al tramonto rispetto all'arco del giorno o della ***notte è stato un argomento molto attraente e ancora dibattuto dopo Talete dai pensatori delle Civiltà potamiche e talassiche; tentato o cercato di spiegare in diversi modi****, come ha fatto Tolomeo, con i concetti della rifrazione atmosferica e ancora, verso il 1000 d.C. con Alhazan pur in contrasto con la teoria Tolemaica.*

Dal progetto Homo Gubernator ideato ed organizzato con il patrocinio della Regione Toscana, del circondario Empolese Valdelsa e del Comune di Empoli; con il contributo del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della ricerca di alcune aziende private:

«CLAUDIO TOLOMEO DI ALESSANDRIA (85-165) propose il sistema geocentrico che prevalse per i successivi 1400 anni. Non si conosce nulla della sua vita; solo uno dei suoi cinque volumi sull'ottica è sopravvissuto. Trattò la rifrazione e verificò l'approssimazione del piccolo angolo nella legge di Snell, concludendo che il rapporto degli angoli con la luce rifrangente e incidente era costante. Discusse anche la rifrazione della luce stellare dall'atmosfera, ma rimase fedele alla teoria che la visione è dovuta ai raggi emanati dagli occhi che toccano gli oggetti».

«ALHAZAN (965-1040) fu uno dei più famosi studiosi arabi e alcuni dei suoi lavori che sono stati tradotti hanno avuto molto influenza quando diventarono disponibili nell'Europa medievale. Nacque a Basra, viaggiò molto e visse in Egitto. Il suo lavoro nell'ottica include lo studio dei raggi riflessi da specchi sferici e parabolici; disapprovò la legge Tolemaica e non era d'accordo con la sua teoria della visione. Inoltre discusse anche la rifrazione atmosferica spiegando l'aumento del sole e della luna vicino all'orizzonte e tentò di misurare l'altezza dell'atmosfera».

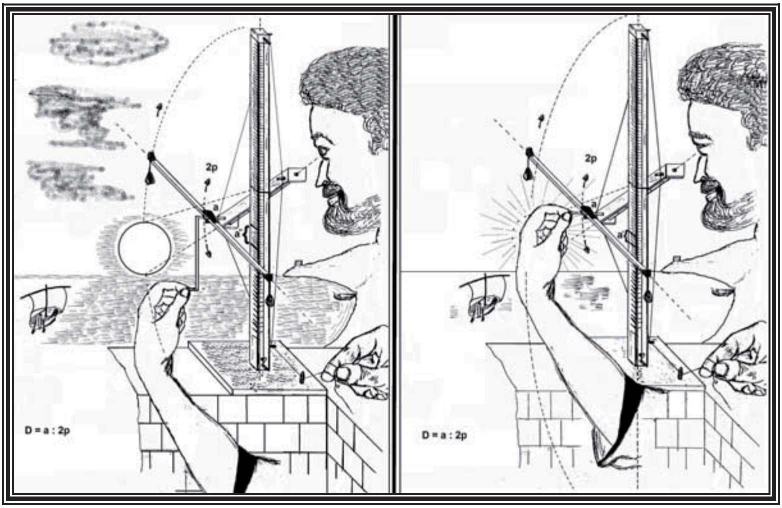

Fig.24 - Talete scala il cielo degli dei. Il dio Ra abbaglia Talete

Disegni originali dell'autore del 2009 da un'idea risalente al 1977

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 e ciò nonostante, anche se l'identico angolo* **"a"** *di osservazione per entrambi gli astri, dovesse risultare misurabile* **[Fig. 23a, pag. 113/Fig 23b, pag. 120].**

Prime sperimentazioni del metodo della doppia eclisse.

I traguardi (o pinnule) 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, dentro un'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, inoltre, come per il metodo della misura delle navi in mare visto in precedenza, anche vantaggioso per una precisa misurazione del diametro solare apparente, in quanto, si avrebbe potuto spostare o distanziare a piacimento l'astro solare nel 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 con l'identica circonferenza apparente del Sole artificialmente eclissato dietro il traguardo dello stesso obiettivo **[Ved. Fig.25, pag. 126]**.

*L'osservatore, producendo artificialmente nel campo ottico o di mira strumentale un'eclisse iniziale del Sole, ostacolando e collocando a piacimento l'intero astro apparente nella parte schermata del traguardo e tangente col punto superiore della circonferenza del foro dell'obiettivo **[come in fase 1 della Figura 25 pag. 126],***

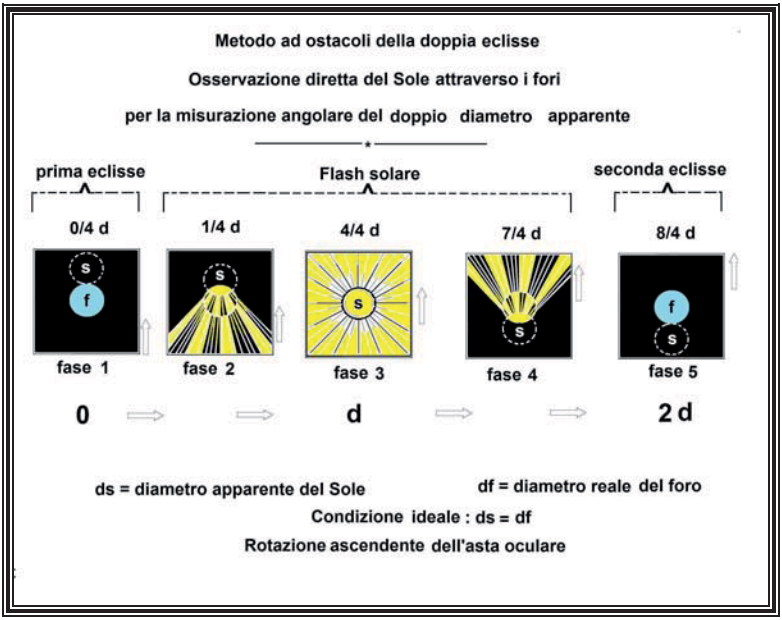

Fig.25 - Osservazione diretta del Sole.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 2009

[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 ad esso allineati 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.*

La stessa cosa si poteva applicare ancor meglio per la Luna piena e, non era cosa da poco; ora gli astri con le loro eclissi, non incutevano più paura sull'uomo, ora era l'uomo che li poteva addirittura eclissare!

Nel raggiungere i risultati di questa storica impresa, cioè nel determinare la misura angolare del Sole*, Talete ha dovuto certamente sviluppare un lungo percorso scientifico che lo ha impegnato una vita intera, poiché pare dalle testimonianze, che questo risultato sia stato raggiunto solo sulla soglia della vecchiaia e, probabilmente, ipotizzando il raggiungimento di una connotazione finale di angolo davvero formidabile per l'epoca, ma non solo, percorrendo una fase empirica e innovativa dello strumento che avrebbe raggiunto anche il massimo della validità con quella probabile e fondamentale scoperta* ***dell'osservazione indiretta del Sole*** *mediante proiezione dell'astro tra i due fori strumentali, nonché tramite il raggiungimento di una precisione strumentale sempre più ottimale per la futura scienza astronomica.*

Un metodo questo **[Fig. 26, pag. 129]** *che, nel dar luogo ad una prima fase sperimentale sia dell'osservazione diretta del cosmo sia della determinazione del diametro apparente dei suoi astri principali, 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 COL DIAMETRO IDENTICO, OVVERO, CON LA CIRCONFERENZA COINCIDENTE CON QUELLA APPARENTE 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.***

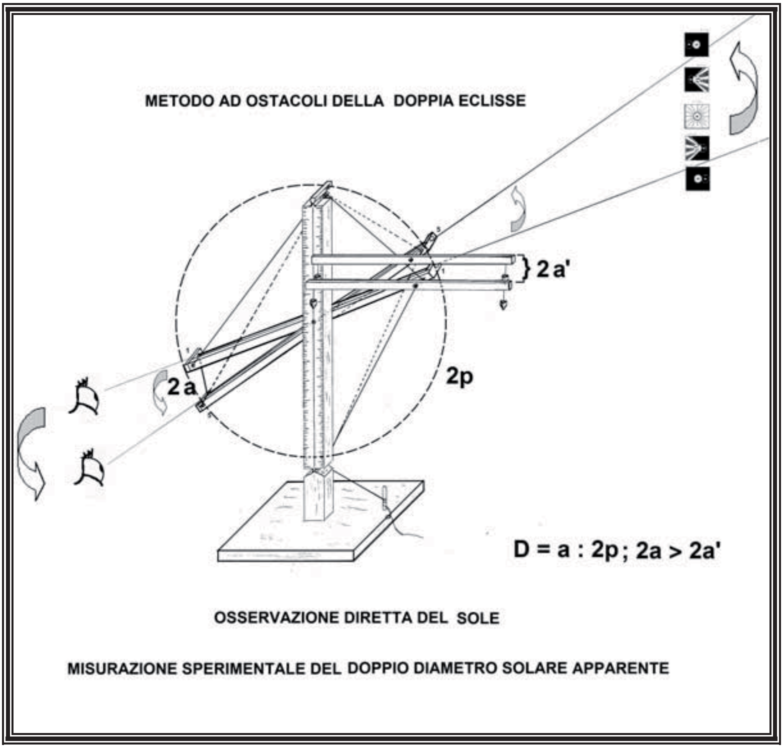

Fig.26 - Il "cannocchiale" sperimentale di Talete.

Disegno originale dell'autore del 2009 da un'idea del 1990.

22. L'ANGOLO CICLO-METRICO.

Il punto primo di cui sopra a pag 127, 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.

Adolfo La Rocca, Il Filosofo e la Città. Commento storico ai Florida di Apuleio, Edizioni L'Erma di Bretschneider, 2005, pag 126 e 127.

Apuleio Florida 18, pag 126 e 127:

«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:

(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 strumentali)*** 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".**

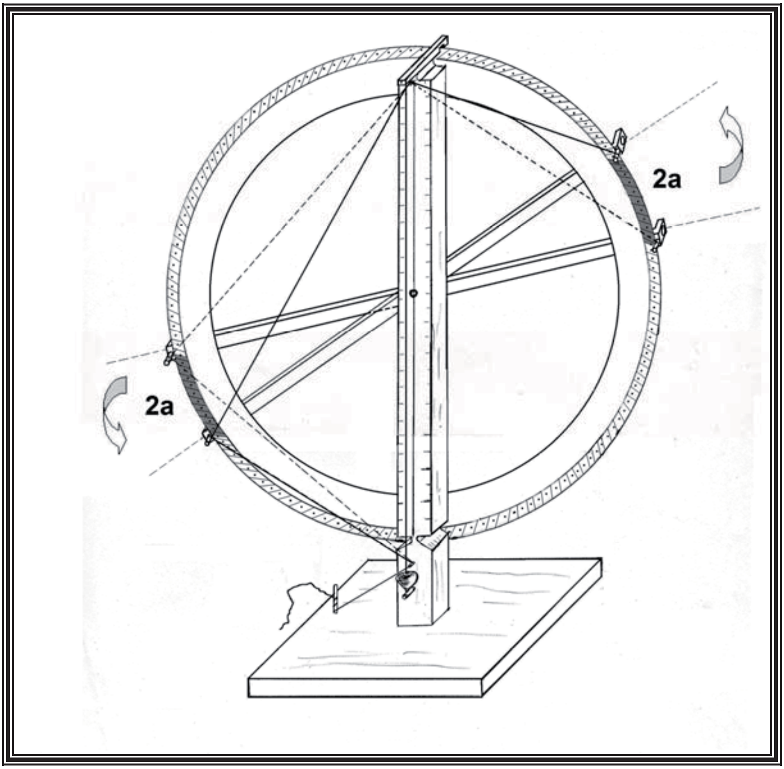

Fig.27 - Il “cannocchiale” diventa ciclo-metrico.

Disegno originale dell’autore realizzato nel 2009

*Riportare 360 tacche sopra un semicerchio anziché su di un supporto, quindi 720 segni sopra un cerchio completo e incorporato allo strumento***[Fig. 27, pag. 132]** *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 (o* *la sua scuola), avrebbe spiegato la bisezione del diametro sul cerchio 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 o* ***l'uguaglianza degli angoli opposti, proprio quest'ultimo Teorema inizieremo a vedere, perché fu ritenuto giustamente da Euclide: degno di dimostrazione scientifica.***

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,* ***grazie al suo teorema sull'uguaglianza degli angoli opposti****, più come una porzione di spazio individuati simultaneamente 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 o stendere 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*[49] .

---

[49] **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.

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"[50]*; 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 sempre al teorema di Talete sull'uguaglianza degli***

[50] **Flavia Marcacci, Methexis, NON SOLO "FILOSOFO DELL'ACQUA" TALETE DI MILETO, INVENTORE DI METODI PER MISURARE.**

angoli opposti[51] *, a soli 2 cubiti reali, se si lascia invariato il*

[51] *Interessante è notare che il teorema di Talete sull'uguaglianza degli angoli opposti, che abbiamo utilizzato in qualità di principio base, sia per un'applicazione strumentale più pratica nella costruzione, sia nell'evoluzione dell'angolo come nella riuscita misurazione angolare del Sole* **[Fig. 27, pag 132 e Fig 28, pag. 141]** e *per questo, ritenuto degno di dimostrazione da parte di Euclide negli Elementi, riecheggia graficamente, nella loro analoga sezione geometrica, anche* ***col Teorema n° 20 dell'Ottica*** *dello stesso Euclide il quale peraltro, inserisce un prolungamento o una propagazione anomala del raggio solare che incide sull'occhio, (l'analoga sezione geometrica la si ottiene quindi, capovolgendo la* **Fig 28, pag 141** *rispetto a quella del* ***Teorema n° 20 dell'Ottica*** *o viceversa);* ***il Teorema n° 20*** *assieme ai due Teoremi precedenti* ***(Teoremi n°18 e 19, dell'Ottica)****, risultano essere più dei problemi che dei veri Teoremi e sono anche gli unici tre in tutta l'opera in cui si parla di ombre e di raggi solari o di giornate con assenza di sole (o assenza di ombra), quasi fossero inseriti ad omaggiare la paternità della tradizione* ***(in questo caso Talete)*** *che Euclide da buon matematico e scopritore ha saggiamente rispettato;forse, se non è una introduzione spuria, è altrettanto probabile che anche "l'anomalo"* ***Teorema n°19 dell'Ottica,*** *il quale permette di conoscere quanto è grande un'altezza data (per esempio quella delle piramidi) quando non c'è sole (ovvero col sole dietro le nuvole o quando non c'è ombra alla base della piramide), sia stato inserito per lo stesso motivo da Euclide, ed è quindi soltanto per la scarsità delle testimonianze oggi rimaste attorno a Talete e alla sua Scuola Ionica, nonché a quella Pitagorica, che non permettono di esprimerci con buona probabilità per un eventuale collegamento sulla paternità*. Ved. **Francesca Incardona, nel suo Libro, *Euclide Ottica*, Di Renzo Editore, 1996, alle pagg. 116 , 117 e note n°34, 37 di pag 150.**

Ma Talete, avrebbe potuto risolvere e ***generalizzare ulteriormente il problema dell'altezza delle piramidi (o degli obelischi)*** *anche quando il sole era dietro le nuvole o quando le piramidi non proiettavano ombra, mediante l'utilizzo di un semplice specchio e del suo metodo esposto* ***in Fig.2, pag. 44, cioè applicabile senza l'utilizzo del calcolo della similitudine come esso richiede.***

Estesa una corda orizzontalmente e perpendicolarmente ad un punto medio ***M*** *di un lato qualsiasi della piramide,****[vedere Fig.2, pag. 44 e Fig.34, pag. 137 seguente]****, si poneva poi uno specchio, sotto l'estremità libera della corda che si faceva coincidere in un punto* ***A*** *col baricentro o con un punto fisso prestabilito sullo specchio medesimo, in modo tale, che da un punto esterno* ***C'*** *da trovare lungo il prolungamento dal punto* ***A*** *della corda estesa, si potesse collimare con l'occhio in linea col vertice* ***B'*** *del bastone di stazionamento, sia il vertice* ***V*** *riflesso della piramide che quello* ***B*** *del bastone opposto o di fronte, facendoli coincidere entrambi sullo specchio nel punto* ***A*** *prestabilito che doveva risultare anche equidistante tra i punti* ***C e C'.***

Talete avrebbe potuto realizzare sul piano verticale di stazionamento un triangolo rettangolo ***A B' C' = A B C*** *da riprodurre fedelmente ed equiangolo con quello* ***A H V*** *da ricostruire col prolungamento e orizzontalmente sul terreno onde poter ricavare, col metodo già sperimentato* ***in Fig.2, pag. 44*** *l'altezza cercata della piramide, ma non solo, Talete avrebbe potuto capire, mediante l'uguaglianza dei due triangoli rettangoli formati,* ***A B' C' = A B C,*** *che il vertice della piramide sarebbe stato visto sul punto* ***A*** *dello specchio con lo stesso angolo con cui incideva l'occhio dal punto esterno* ***B'*** *perpendicolare al punto* ***C'*** *posto sul prolungamento della corda* ***M A.***

Pertanto, l'angolo verticale di riflessione in ***A*** *sarebbe risultato logicamente uguale all'angolo verticale d'incidenza che dal baricentro dello specchio, coincidente col medesimo punto* ***A,*** *avrebbe raggiunto, passando per il punto* ***B****, lo stesso vertice* ***V*** *della piramide (o dell'obelisco); le prime leggi della Catottrica, (o della futura Ottica geometrica) probabilmente sarebbero state così fondate, ancora una volta, per opera dell'influente Scienza di Talete.*

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

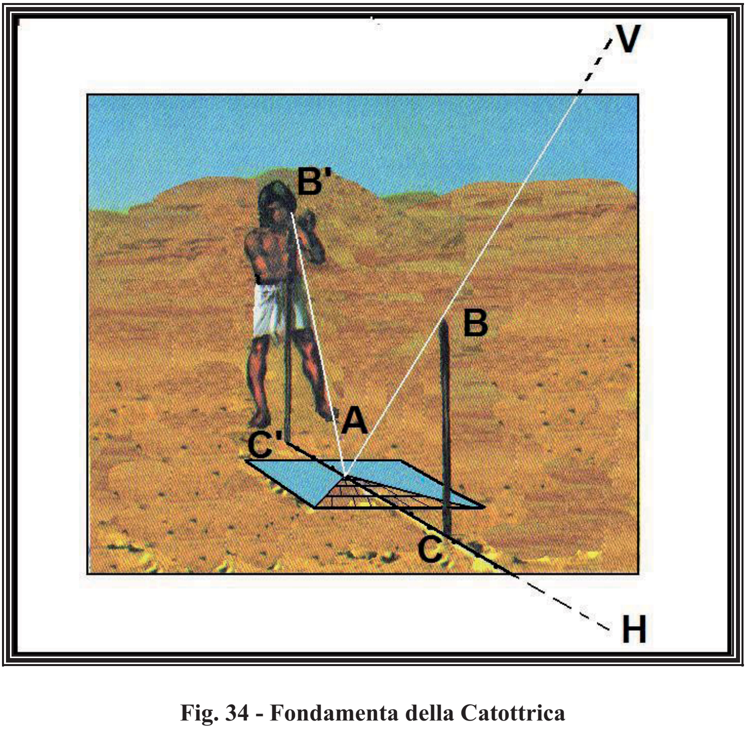

Fig. 34 - Fondamenta della Catottrica

Figura 34, ripresa dal Dizionario Enciclopedico, CONOSCERE, F.lli Fabbri Editori, 1964, Vol n° XV, pag 3069 e modificata dall'autore nel 2009 che la ricollega ad un'idea perfezionata nel 1990.

nel suo Almagesto[52].

[52] **Charles Singer: BREVE STORIA DEL PENSIERO SCIENTIFICO, Einaudi, 1961,** pag 94, Fig.23.

23. IL FORO PERFETTO.

Con un siffatto strumento e con l'asta oculare radiale, il secondo punto precedente di pag. 128, 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[53] *e che Talete, avrebbe potuto trasportare per una ricerca più semplice ed empirica 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, pag. 141]** *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*

[53] **André Pichot, La nascita della scienza, Mesopotamia, Egitto, Grecia Antica, Edizioni Dedalo 1993, pag 200.**

Silvio Maracchia, Storia dell'Algebra, Liguori 2005, pag 17, 100, 101.

adattare in funzione dello strumento utilizzato[54]*; 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

[54] *Se invece, viceversa, si vuole costruire lo strumento in funzione del foro perfetto, basta fissare sull'obiettivo un traguardo con un foro arbitrario d'inquadramento che può risultare leggermente più grande del plenilunio in osservazione, determinato anche dall'iniziale vicinanza dell'occhio al foro e poi, con l'altro traguardo forato, basta allontanarsi o indietreggiare lungo l'asta radiale sino all'istante in cui la Luna piena coincide con la circonferenza del foro posto sull'obiettivo, il punto trovato lungo l'asta radiale risulterà il punto su cui fissare il traguardo oculare; la lunghezza dell'asta radiale così ottenuta tra i due traguardi, sarà quindi il raggio del cerchio dello strumento-progetto, da costruire.*

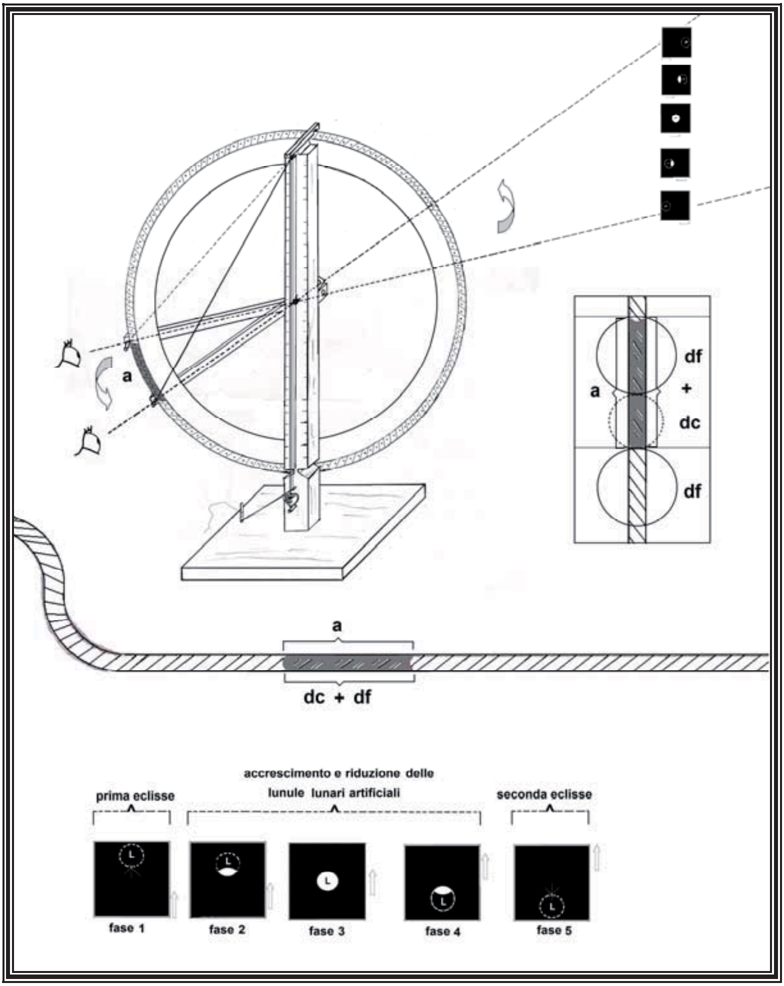

Fig. 28 - Il "cannocchiale" con un preciso obiettivo

Disegno originale dell'autore realizzato nel 2009

meglio, sulla fune circoscrivente la sua circonferenza, **grazie sempre al teorema dell'uguaglianza degli angoli opposti,** *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*[55]*.*

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, pag. 141 e Fig. 29, pag. 144]**, *venisse applicato prima per l'astro lunare e poi, col foro coincidente o perfetto così ottenuto, sperimentarlo in forma di verifica, per quello solare.*

---

[55] *Certamente il diametro del foro perfetto trovato sulla fune, per seguire una rigorosa precisione matematica costruttiva dovrebbe essere calcolato e ridotto alla misura della corda del settore circolare* **dc,** *ma non dobbiamo dimenticare che stiamo operando tra il VII e il VI secolo a.C., con una scienza al suo esordio nella concezione di angolo nonché di precisione e quindi ancora in forma artigianale, dove Proclo ci ricorda che nell'uso antico chiamavano ancora "simili" gli "uguali" e dove Platone pensava che una tale scienza era praticata più dai comuni e "rozzi" operai; quindi, piccoli fori pari al mezzo dito egizio sarebbero stati praticati probabilmente con punteruoli conici sui quali, nel segnare la misura limite di perforazione, venivano sovrapposti alla misura* **dc** *rilevata sulla fune e pertanto, una misura invalicabile in lieve eccesso era preferibile dal Maestro Talete nonché astronomo - costruttore, poiché il diametro del foro "matematicamente" perfetto l'avrebbe raggiunto nella fase della sua realizzazione sul traguardo, mediante ripetute e graduali verifiche sperimentali sullo strumento in fabbricazione.*

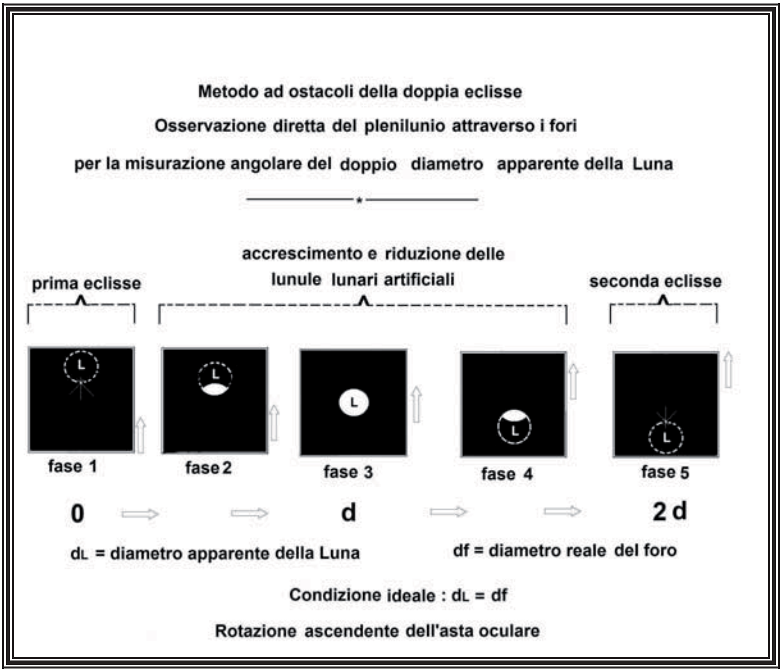

Fig.29 - Osservazione diretta della Luna piena.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 2009

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 tramite la fune, quest'angolo, potrebbe averlo sperimentato, passando prima dalla misura empirica della corda geometrica sottesa dall'arco, dalla quale però, da un punto pratico-costruttivo, non avrebbe ricavato più agevolmente il foro perfetto e coincidente **(dc)** *per l'osservazione del Sole e della Luna.*

Inoltre abbiamo visto, **[Fig. 28, pag. 141]** *che per una migliore praticità di osservazione, precisione nonché di segnatura ciclometrica 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 compreso per via empirica, pur non avendo probabilmente una chiara percezione teorica, che in campo astronomico l'asta oculare radiale è preferibile a quella diametrale, poiché la prima risulta conforme al campo di mira strumentale il quale coincide col campo di collimazione dell'acuità visiva, un campo che successivamente Euclide perfezionò in una teoria dell'ottica emissiva e divergente della visione a partire dal centro della pupilla, in un fascio conico dove per esempio, dentro una diottra astronomica, attraversa prima il foro oculare, poi il foro dell'obiettivo per raggiungere infine la circonferenza apparente dell'astro cosmico inquadrato, il quale, nel campo ottico 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 molto più pratica e precisa nella costruzione nonché più affidabile nell'applicazione operativa.

Con l'asta diametrale invece **[Fig. 27, pag. 132]**, *un foro perfetto, ricavato con l'asta radiale, che venisse posto sull'obiettivo (e non raddoppiato nel diametro di apertura) 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 sia della precisa misurazione ma soprattutto,* *un'asta doppia, oltre un maggior ingombro, porta molte più imprecisioni e distorsioni rispetto ad un'asta dimezzata.*

Talete, nel perfezionare il suo strumento e pur non avendo probabilmente una precisa conoscenza teorica dello schema ottico dell'acuità visiva, nonché sicuramente dell'Ottica Euclidea, la quale viceversa, si è forse originata o ispirata[56]*,*

[56] **Il *fascio conico, così come ha probabilmente inteso o intuito empiricamente Talete al fine di ottenere un migliore utilizzo del suo strumento (anche se non necessario per la riuscita del suo metodo e per questo forse ipotizzato, se non da Talete, dai suoi discepoli e successori), col vertice sull'occhio o sull'oculare e la base circolare inquadrata sul foro perfetto per l'osservazione degli astri, deve aver generato e influenzato successivamente un campo molto dibattuto che Euclide raccolse, migliorò e sviluppò scientificamente nella sua opera sull'Ottica*,** *nella quale si può osservare, più che un'opera basata su una teoria della natura della luce o del suo comportamento nello spazio è fondamentalmente,* ***una teoria basata sul meccanismo della visione diretta o di una visione angolare ma più semplicemente basata sulla nostra famigliare acuità visiva dell'occhio umano,*** *accettata e ripresa anticamente da Euclide come* ***un fascio conico emissivo di raggi discreti (con raggi che si propagano dall'occhio verso l'oggetto che ne viene colpito)*** *con centro nell'occhio (o sulla pupilla) e base sull'oggetto di osservazione* ***ponendone un limite definito nel Teorema n°3 della sua Ottica;*** **Francesca Incardona dal suo Libro, Euclide Ottica, immagini di una teoria della visione, Di Renzo Editore, 1996, pag. 106 leggiamo:**

«Teorema 3

PER CIASCUNA DELLE COSE VISIBILI ESISTE UNA DISTANZA LONGITUDINALE [DALL'OCCHIO] ALLA QUALE NON LA SI VEDE PIÙ».

***Un limite decisamente molto, molto interessante** per l'epoca nella visione astronomica del Cosmo e quindi, per un pensiero filosofico che poteva spingersi o evolversi addirittura oltre il confine consentito e porsi la conseguente domanda sull'esistenza o meno nell'universo di astri invisibili o impercettibili all'acuità visiva dell'uomo, pertanto, l'idea rivoluzionaria di poter ipotizzare un Cosmo enormemente più ampio e diverso del visibile conosciuto era ormai alla portata del pensiero speculativo di Astronomi coraggiosi, come fu certamente Aristarco di Samo forse stimolato anche dall'Ottica di Euclide; un Teorema nevralgico sul limite che ha innescato probabilmente la discussione filosofica su l'altro e conseguente Teorema: quello dell'infinito; Aristotele con le sue discussioni su l'infinito attuale e potenziale in geometria influenzarono gli studi matematici posteriori ma le sue affermazioni secondo cui i matematici "non hanno bisogno dell'infinito né lo usano" hanno probabilmente contrastato con l'idea stessa di limite longitudinale valicabile dalle cose visibili e forse concausa della nascita delle altre teorie o scuole immissioniste che si sono contrapposte alla scuola emissionista della visione,* *che si fa risalire alla scuola pitagorica con Archita da Taranto o con Pitagora stesso ma che probabilmente attinsero da quella Ionica di Talete e sposata poi da Euclide per arrivare, tra dispute filosofiche varie, a contagiare Claudio Tolomeo, quest'ultimo, trasformando il "cono euclideo" in una "piramide" emissiva continua.*

Il cono euclideo visto in sezione, non ha una base rettilinea, ma una base convessa, a forma di settore circolare, per il semplice fatto che nel postulato n° 13 dell'Ottica, Euclide dice che: i raggi hanno tutti la stessa velocità, quindi una sezione geometrica molto rassomigliante con la sezione ***dell'angolo ciclo-metrico ipotizzato probabilmente da Talete che scaturiva dal suo strumento nel collimare gli atri,*** *un Euclide, che ha sposato nella sua Ottica una teoria emissiva molto discussa all'epoca da Aristotele e, guarda caso, proprio sul raggiungimento degli astri.*

Laura Catastini, Euclide e la visione per angoli:

http://www.mat.uniroma2.it/mep/Articoli/Ottica/Angoli.htm *avrebbe potuto probabilmente sperimentare tramite la sua scienza strumentale comunque funzionale per il suo metodo, che per conformare o migliorare il campo ottico dello strumento doveva avvicinarsi, da una iniziale e presumibile concezione della visione strumentale fatta di raggi geometrici paralleli e rettilinei o cilindrica a quella divergente o conica che sarebbe scaturita dall'empirismo, poiché avrebbe potuto scoprire, sempre per via empirica, che l'inquadratura dell'astro risultava immutata anche se si riduceva notevolmente il foro sull'oculare rispetto a quello perfetto posto sull'obiettivo, dove quest'ultimo, al contrario, doveva rimanere*

«In Aristotele troviamo un accenno a questo problema, che era certo dibattuto ai tempi, in polemica con Empedocle e Platone: ***Del tutto assurdo è dire che la vista vede per qualche cosa ch'esce da lei e che il raggio visuale si stende fino agli astri o che, uscita dall'occhio, si congiunge a una certa distanza con la luce esterna, come pretendono alcuni.*** [Del senso e dei sensibili 438 a 26]»

E ancora, sul versante questa volta dei raggi luminosi:

«***Per ciò non ha detto giusto Empedocle, e chiunque altro come lui, che la luce si propaga e si distende in un dato momento tra la terra e la periferia dell'universo, senza che ce ne accorgiamo***. [De anima 418 b 21]».

Una teoria ampiamente studiata con devozione all'epoca fino agli inizi dell'Evo Moderno ma che per la sua attuale inesattezza ontologica è stata subito scartata dopo la sua riscoperta nel 1895; un atteggiamento accademico (o platonico) discutibile che ha fatto scomparire e risorgere nelle varie epoche, varie teorie e con esse anche gli Autori, come è successo probabilmente con Talete; così come giustamente ci fa osservare e riflettere **Francesca Incardona, nel suo Libro, *Euclide Ottica*, Di Renzo Editore, 1996, alle pagg. 49 e 50; *un libro, un'opera, questa dell'autrice, che invita gli storici odierni a rivalutare.***

comunque invariato per raggiungere così un campo ottico ottimale

Certamente, l'antica osservazione astronomica, basata unicamente 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 ha dovuto presentarsi sicuramente agli antichi astronomi, per essere affrontato e quindi risolto con la ricerca di metodi empirici finalizzati, meglio ancora, con la stesura di una teoria ottica della visione per favorire una più precisa costruzione di detti strumenti topografici e astronomici[57]*, come d'altra parte, si*

---

[57] **Nel Libro, di Lucio Russo: La rivoluzione dimenticata, Feltrinelli 1996 a pag 80, l'Autore scrive:**

«Euclide infatti deduce nella sua opera (L'Ottica), tutta una teoria quantitativa, che permette tra l'altro di studiare le ombre e di calcolare le grandezze apparenti degli oggetti, introducendo il concetto di grandezza angolare"...

A pag 82: " L'Ottica (di Euclide)……..**ebbe un ruolo importante come ponte tra la geometria e tutte le scienze collegate alla visione**…….**si trattava di un importante strumento preliminare dell'astronomia.** Nell'Arenario di Archimede, per esempio, vi è la descrizione di una misura della grandezza apparente del Sole, misura per nulla banale se si vuole una ragionevole precisione. **L'Ottica (di Euclide) era poi un ingrediente necessario per la progettazione di tutti gli strumenti visivi, come gli strumenti topografici o l'astrolabio**."

A pag 87e 88 dal capitolo: ***Il rilevamento, la topografia e la geodesia***:

può intravvedere dai notevoli sviluppi evolutivi strumentali raggiunti dall'astronomo Claudio Tolomeo di Alessandria e da Lui descritti nel suo **Almagesto.**

"Erodoto attribuisce agli egizi l'introduzione della geometria (cioè della misurazione della terra) …………………. Questa applicazione antichissima …. deve aver generato all'inizio dell'epoca ellenistica, il rilevamento e la topografia scientifiche"……. e ciò è molto probabile per il fatto che le strutture urbane di molte città ellenistiche, erano basate su un piano regolatore dettagliato che richiedeva necessariamente uno sviluppo della triangolazione e quindi di quello più teorico della trigonometria, supportato inevitabilmente da una necessaria topografia scientifica….Aristarco di Samo, ricorse necessariamente a metodi di triangolazione topografica per calcolare le "distanze" del Sole e della Luna….Il perfezionamento di tali strumenti che raggiungeranno il culmine con la diottra a traguardi descritta da Erone si basano sull'uso combinatorio della: meccanica, ottica e idrostatica. **D'altra parte lo sviluppo di tali strumenti deve essere stato tra le prime motivazioni della nascita dell'Ottica di Euclide.** Dalla topografia si aprirono molte direzioni di sviluppo…non solo si passò dalla cartografia alla geografia matematica ma alcuni strumenti topografici furono utilizzati anche per le osservazioni astronomiche. Lo sviluppo dell'astronomia permise anche quello del rilevamento della posizione in mare».

24. IL “CANNOCCHIALE” PROIETTORE DI TALETE

Riprendendo il punto tre precedente di pag. 128; 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, pag. 153] (***magari collegati anche da un tubicino o canna palustre per eliminare l’interferenza luminosa esterna), 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 o stenopeici naturali delle foglie degli alberi e quindi, più antico dell’uomo stesso vedi http://www.elamit.net/astro/eventi.htm*) 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, probabilmente scoperto anche in una fase costruttiva di questo strumento, mediante un fortuito foro stenopeico, il quale, gli avrebbe permesso di scoprire un’inaspettata* ***visibile e nitida proiezione di un’eclisse parziale o anulare,*** *che in quel tempo era casuale* *osservare o captare analogamente sulla superficie dell'acqua guardando i riflessi del Sole.*

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, grazie al suo notevole teorema dell'uguaglianza degli angoli opposti, 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 praticità e precisione, sia nella costruzione, sia nell'osservazione che nella proiezione integrale del Sole passante tra i due fori realizzati sui traguardi di mira.

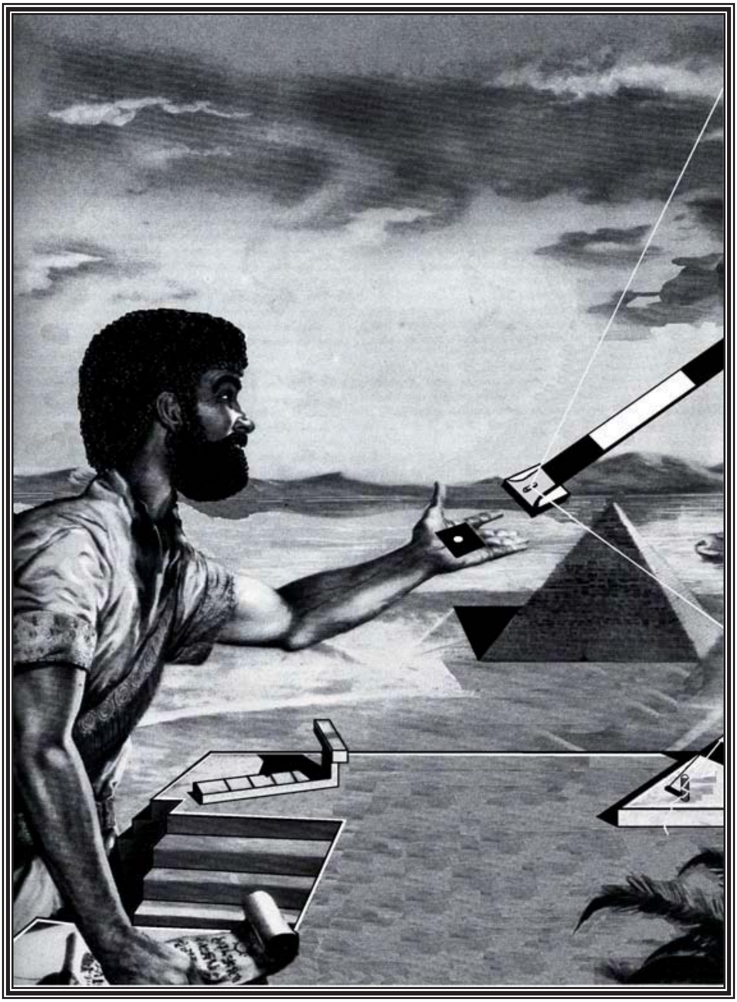

Fig.30 - Talete eclissa il dio Ra

Figura 30, ripresa dal Dizionario Enciclopedico, CONOSCERE, F.lli Fabbri Editori, 1964, Vol. n°1, pag 21, modificata e trasformata dall’autore nel 2009 in bianco e nero per simboleggiare il giorno buio degli dei.

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 ormai noto sin dai tempi più antichi, venivano non solo osteggiate dalla luce accecante ma sicuramente risultavano, per questo motivo, molto più difficili all'osservazione e supponiamo, dopo questa scoperta, ritenute anche 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 diottrico **[Fig. 31, pag. 156]**, *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 nei giorni di novilunio, 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, si sovrappongono fra loro sopra un punto nodale e conseguentemente, di osservare in forma indiretta e in modo preciso anche la frequenza dell'eclissi di Sole parziali, anulari che si formano durante l'anno; di giungere pertanto a quella notevole osservazione e conclusione per cui l'eclissi di Sole totale, o meglio, tutte le possibili eclissi di Sole annuali, quando si verificano, si verificano sempre in coincidenza del novilunio o giorno della Luna nuova, permettendogli di giungere ad una comprensione plausibile del meccanismo di formazione dell'eclissi totale di Sole nonché, ad uno studio più comprensivo e accurato di tutti quegli eventi* *astronomici che la tradizione concordemente gli attribuisce*[58].

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, il maestro dell'eclissi, che gli avrebbe solo per questo, garantito una certa paternità storica della scoperta o della comprensione dei fenomeni cosmici mediante l'utilizzo di una diottra astronomica che avrebbe anticipato di circa 2000 anni, 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.***

[58] **Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza,** da pag 25 a pag.27 e pag. 218 CAP.XII.

Inoltre, a favore dell'ipotesi che Talete si servisse della scoperta dell'osservazione indiretta del Sole e delle rispettive eclissi, abbiamo la curiosa testimonianza di Aezio II 24,1-Dox 353, che riporta: **"**…Talete per primo disse che il Sole si eclissa quando la Luna, di natura terrosa, gli passa sotto perpendicolarmente. **Allora la sua immagine, stando sotto il disco solare, si vede riflessa".**

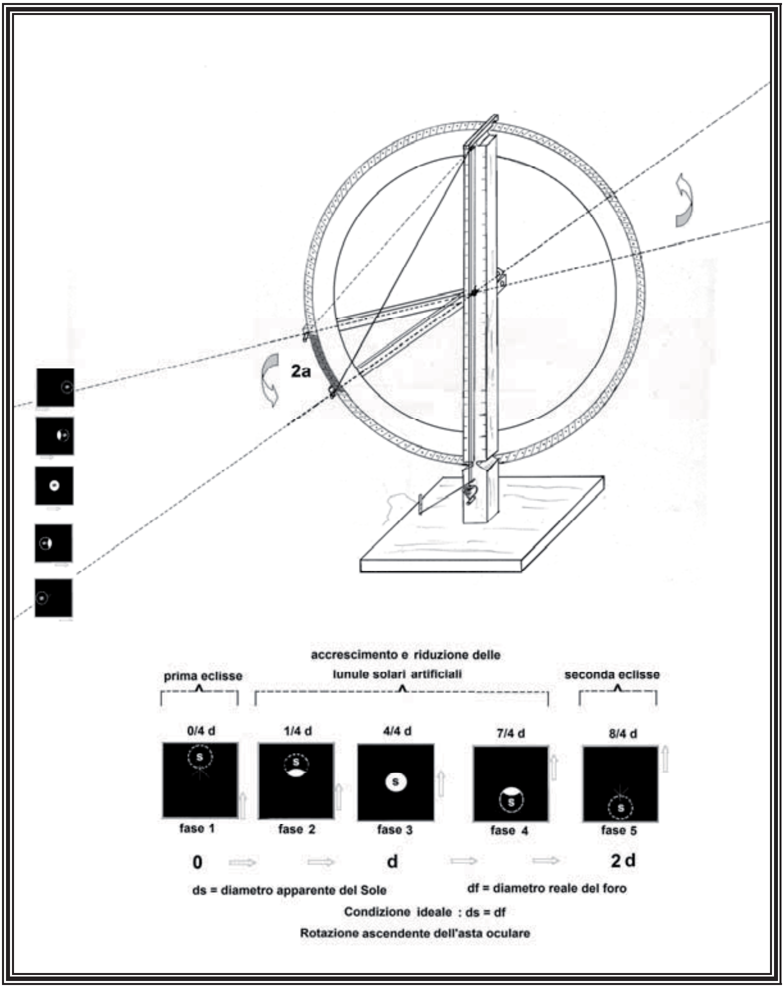

Fig.31 - Il "cannocchiale" proietta le fasi solari

Disegno originale dell'autore realizzato nel 2009

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 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 l'accecante fase dell'abbagliante flash solare intercorso tra le due eclissi artificiali 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, pag. 160]***, 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*[59] *con i seguenti punti di*

[59] ***Decisamente interessante è il fatto che, mentre per l'Ottica (o teoria della visione diretta) Euclide adotta la teoria emissiva dei raggi fuoriuscenti dall'occhio, per la Catottrica invece (o teoria dei raggi riflessi) adotta una teoria emissiva dei raggi fuoriuscenti dal Sole che si proiettano sulla Terra per via rettilinea; una teoria molto rassomigliante al metodo empirico per l'osservazione diretta e indiretta, quest'ultima, mediante proiezione del "cannocchiale" e contenuto nella scienza da noi ipotizzato per Talete. La Catottrica di Euclide: analizza la formazione di immagini visive per effetto della riflessione dei raggi su superfici piane, concave o convesse.***

Inoltre la definizione di propagazione rettilinea di Euclide, secondo Teone di Alessandria, è stata valutata dallo stesso Euclide con un esperimento, che guarda caso è molto rassomigliante agli ostacoli dei traguardi strumentali sui quali sono stati praticati i fori di mira come ipotesi per lo strumento di Talete e del suo metodo ad ostacoli della doppia eclisse che l'esperto Milesio, fa funzionare anche al buio con l'astro lunare.

Interessanti sono a tal proposito le acute osservazioni dell'Autrice **Francesca Incardona nel suo Libro, Euclide Ottica, immagini di una teoria della visione, Di Renzo Editore, 1996, la quale a pag. 86 scrive:**

«Ancora, infatti, troviamo spesso scritto che il principale contributo di Euclide all'ottica è stato l'aver stabilito la legge di propagazione rettilinea della luce.

Eppure proprio questo egli non dice mai, questa l'affermazione accuratamente evitata: che la luce viaggi in linea retta…………Separa ottica e geometria, ma quasi non nomina la luce. Costituisce un modello della visione senza fare riferimento a dati sensibili, un modello che funziona anche al buio……La luce-retta, cardine dei suoi lavori, resta non detta.»

Ma altrettanto interessante è quanto scrive **Mariano Calleri**, **in Lineamenti di Storia dell'Ottica, dalle lenti ustorie ai laser, 2003, Capitolo I, sul sito** http://www.minerva.unito.it/Calleri/Call1.htm *un articolo da leggere non solo dal punto di vista dell'interesse storico ma anche per le sottili e acute osservazioni dell'Autore.*

Interessante sarà poi notare più avanti come il Teorema n° 23 dell'Ottica di Euclide, ha decretato per questo, il definitivo e probabile abbandono dell'innovativo metodo astronomico – strumentale da noi ipotizzato per Talete, probabilmente messo già in discussione dentro la sua stessa Scuola Ionica, poiché da alcuni, ritenuto forse matematicamente inesatto per la determinazione angolare del diametro apparente degli astri, in una teoria che andava a poggiare le sue basi su una geometria conica della visione e sopra una più corretta concezione sferica degli astri.

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 lo spostamento micrometrico dell'asta oculare dello strumento mediante l'ausilio della cordicella di bloccaggio* [**Fig. 31, pag. 156**].

Francesca Incardona dal suo Libro, Euclide Ottica, immagini di una teoria della visione, Di Renzo Editore, 1996, pag. 118:

«Teorema 23

DI UNA SFERA VISTA IN QUALUNQUE MODO DA UN SOLO OCCHIO APPARE SEMPRE MENO DI UN EMISFERO, E QUESTA PARTE VISTA DELLA SFERA APPARE COME UNA CIRCONFERENZA DI CERCHIO».

Ciò significa nel nostro caso, che il diametro di un astro sferico visto attraverso l'asta oculare dello strumento, per una geometria conica o angolare della visione, non viene mai collimato integralmente, ma verrà collimato un diametro apparente di una parte minore dell'emisfero, che risulterà sempre inferiore e diverso da quello reale della sfera dell'astro.

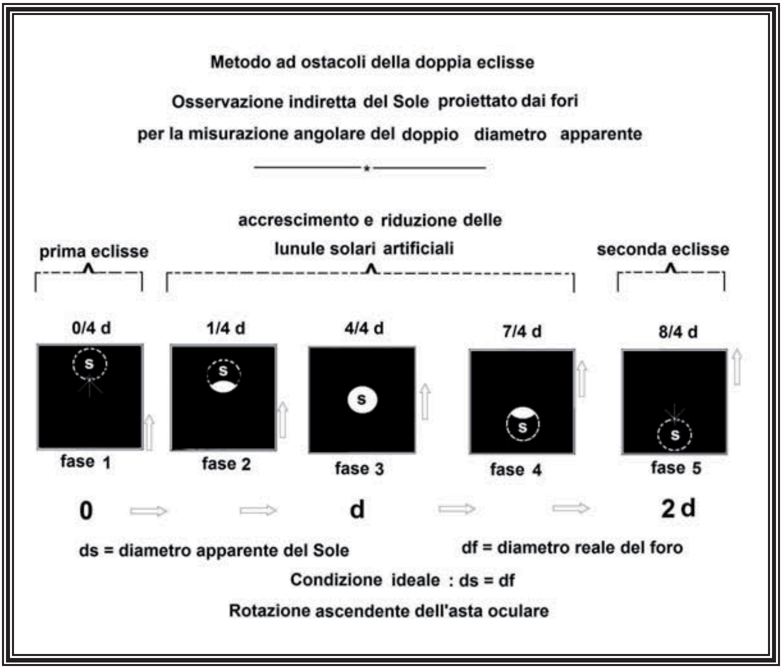

Fig.32 - Osservazione indiretta del Sole.

Disegno originale dell'autore realizzato nel 2009.

Questo permetteva di far coincidere esattamente e 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 più precisa, la quale, coincideva col punto limite massimo della seconda eclisse prodotta e che avrebbe garantito un'ampiezza angolare ottimale di misurazione del doppio diametro apparente 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, avente alla base una concezione geometrica rettilinea di propagazione della luce o dei raggi solari, già applicata per la misurazione delle piramidi e del suo Teorema dell'uguaglianza degli angoli opposti, avrebbe misurato il doppio del diametro apparente del Sole col vantaggio di effettuare sulla fune circoscrivente il cerchio incorporato allo strumento non solo una prima verifica dell'ampiezza del foro perfetto che sarebbe dovuta risultare doppia, ma anche di ottenere così, a vantaggio dell'acuità visiva, un'ampiezza doppia dell'arco orientato* **[Fig. 31, pag. 156],** *rispetto a quella eventualmente rilevata per il singolo diametro apparente del Sole. Talete avrebbe realizzando inoltre un ridimensionamento ideale e progressivo del calcolo del rapporto divino, nonché avrebbe ottenuto una vantaggiosa semplificazione nell'operazione di accumulo delle tacche da riportare e di conseguenza, un'eventuale ridimensionamento dello strumento stesso per una conseguente verifica di misurazione o di calcolo.*

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 a 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[60]**.**

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:*

[60] **Flavia Marcacci Tesi di Laurea 1999-2000, Talete di Mileto tra Filosofia e Scienza,** pag.256, CAP XII,5.

25. IL NUMERO DIVINO.

Predisponendo il distanziometro a strumento astronomico [**Fig. 31, pag. 156]**, *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 e il rimante semicerchio inferiore di ampiezza* ***"p"*** *rappresenta l'arco apparente della calotta oceanica invisibile..*

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 e mediante l'applicazione del suo Teorema sull'uguaglianza degli angoli opposti, avrebbe pertanto individuato sulla circonferenza del cerchio dello strumento e quindi segnato sulla fune circoscrivente il corrispettivo spazio dell'arco orientato occupante, che poniamo pari a ***2 a,*** *il quale, 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 tutto 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 nel semicerchio o nella 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

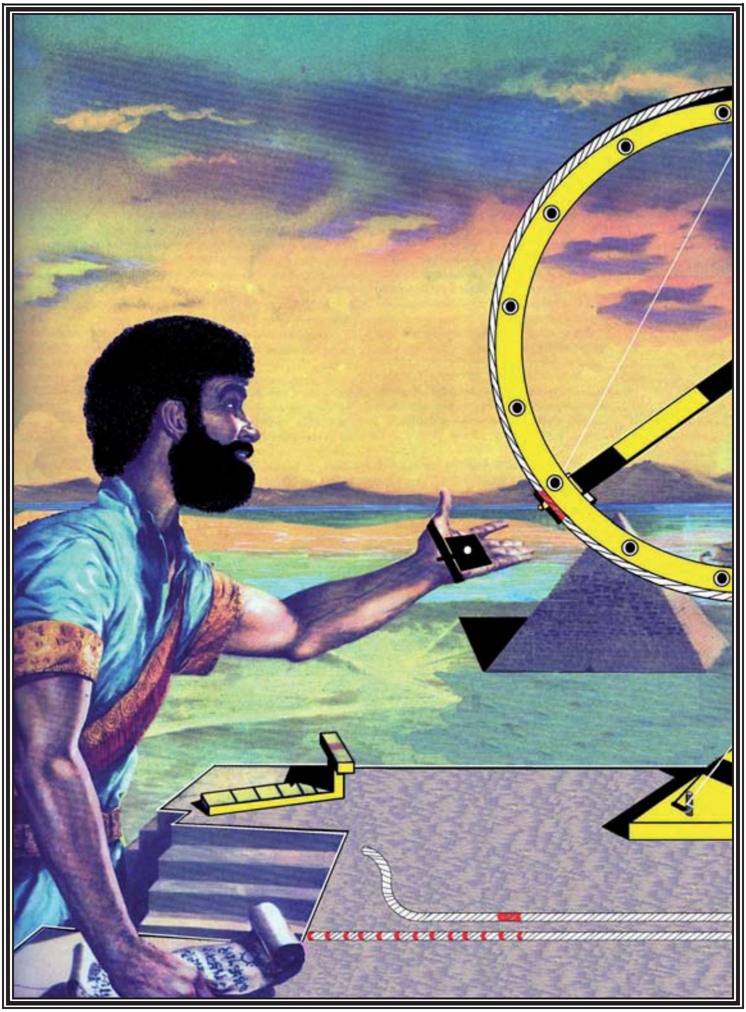

Fig. 33 - Il numero divino accordato

Figura 33, ripresa dal Dizionario Enciclopedico, CONOSCERE, F.lli Fabbri Editori, 1964, Vol. n°1, pag 21, modificata dall'autore nel 2009che vuole simboleggiare un giorno raggiante per l'umanità.

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 tra zenit e nadir o circumnavigante l'eclittica, 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 abbiamo posto pari a ***2p.***

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 e corrispondente all'intera orbita apparente.*

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, (notare come questo numero riecheggia con la moderna suddivisione goniometrica in 360° gradi sessagesimali introdotta probabilmente, come abbiamo detto in precedenza a pag. 98, da ***Ipparco di Nicea (180 – 125 a.C.), quindi, probabilmente più su una ispirazione Taletiana*** *che Babilonese) ,dicevamo pertanto, le 360 tacche 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 del Sole, oppure, è lo stesso se diciamo che: il doppio del diametro solare apparente, rappresenta* ***1/360*** *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, pag. 165]** *è plausibile che semplificò ulteriormente il calcolo, dalle 360 volte sull'intera circonferenza o sull'intera fune, riportando il doppio del diametro a 180 volte sulla mezza fune o 90 volte sul quarto della fune, o 60 volte sulla sesta parte, oppure, 45 volte sull'ottavo della fune; il numero di riporto trovato, l'avrebbe poi di conseguenza rispettivamente moltiplicato, secondo il frazionamento prescelto, per 2, per 4 , per 8, per 12, 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* ***1/720 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**[61]*, al cubito ecc…questo metodo 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 di semplificare la grandezza o anche la fattezza dello stesso strumento a vantaggio della praticità di utilizzo nonché della precisione, permettendogli inoltre, di stabilire ulteriori verifiche strumentali dell'ampiezza angolare del Sole onde ottenere ugualmente il numero intero, detto anche, "numero divino"; per esempio, costruendo lo strumento col solo semicerchio sinistro e con una semifune ad esso circoscritta o col solo quarto di cerchio, precorrendo in questo

[61] **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)"

caso, uno strumento di fattezza molto simile al quadrante[62] *astronomico Tolemaico o con la sesta/ottava parte del cerchio, precorrendo in questi casi, rispettivamente il sestante o l'ottante nautico e astronomico; quest'ultimi due strumenti, per l'epoca, ci sembrano decisamente prematuri, anche se ormai la strada strumentale Talete l'aveva inequivocabilmente tracciata.*

Questo risultato conclusivo ci permette di osservare che Talete poteva aver ideato il suo "cannocchiale astronomico" con un utilizzo dimensionale certamente 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 col doppio del diametro solare apparente, stava esattamente nella sua lunghezza totale circoscrivente il cerchio, quest'ultimo, corrispondente all'orbita apparente del Sole; un trattino*

[62] *Notare che l'allievo di Talete: Anassimandro, non solo fu il primo ad introdurre in astronomia lo gnomone per l'osservazione dell'ombra variabile proiettata da un bastone verticalizzato sul terreno, ma fu anche il primo ad introdurre, come misuratore dell'ora solare, una meridiana a forma di quarto di cerchio o di quadrante, nonché il primo a dare luogo ad una rilevazione e riproduzione cartografica terrestre, che seppur ingenua, doveva esser stata concepita soltanto dopo una dimestichezza topografica – strumentale e cosmologica pur minima o elementare, ma non certamente improvvisata.*

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, sarebbe stato possibile per Talete poter raggiungere il medesimo e preciso risultato se, l'ampiezza angolare del Sole l'avesse pensata in un'orbita o in un percorso azimutale (o altazimutale), ma è forse più facile o convincente rimanere nel campo zenitale o orbitale delle eclittiche per pensare più agevolmente che, con gli stessi ragionamenti, Talete avesse certamente riscontrato lo stesso numero divino, anche per l'astro Lunare o viceversa.

26. TALETE NELLE OPERE DELL'ANTICHITA'.

In ultimo vogliamo far notare come il metodo astronomico di Talete per la misurazione del diametro apparente del Sole o della Luna, fu probabilmente abbandonato dai pensatori Greci successivi, per un principio ontologico pregiudizievole alla validità del metodo ma giudicato con le conoscenze astronomiche dell'epoca e definito nell'Ottica di Euclide, un metodo quello di Talete che, se pur primordiale e forse anche nella concezione che aveva la sua stessa Scuola Ionica nell' immaginare la forma degli astri più circolare che sferica, non solo influenzò l'astronomia successiva ma sarebbe rimasto in vigore se le conoscenze sulle distanze astronomiche degli astri fossero state all'epoca più precise e pertanto, il principio ontologico sulle grandi distanze sarebbe risultato irrilevante ai fini del calcolo, ma non per una scuola platonica perfezionista e peraltro assolutamente ostile agli usi strumentali nella ricerca scientifica dell'epoca.

Un metodo quello di Talete che, per i probabili motivi suddetti fu preferibilmente ripensato e ricalcolato all'interno di un intervallo angolare più rassicurante, così come fece ***Archimede,*** *fortunatamente rispettoso ma immune alla filosofia platonica, mediante il suo metodo descritto* ***nella sua Opera l'Arenario e*** *dove possiamo osservare come la scienza di Talete sia rimasta comunque basilare nelle nuove ricerche scientifiche alternative dei futuri scienziati.*

Grazie al progetto Manuzio, http://www.liberliber.it/ ***al punto 10, Capitolo IV del Libro di Antonio Favaro, Archimede,***

Roma 1923 e sostenuto da http://www.e-text.it/ ***Leggiamo:***

In parentesi tonde vengono inseriti ***(in grassetto e corsivo)*** *i commenti personali al brano.*

«Anche Tito Livio e Plutarco scrivono degli studi astronomici di Archimede, ma la maggiore e più sicura prova è fornita da lui stesso in principio del suo *Arenario*, là dove descrive il metodo da lui ideato per misurare il diametro apparente del sole. Colse egli l'astro al momento in cui spunta all'orizzonte, perché essendo allora meno ricco di luce, può essere direttamente guardato, ***(notare che per la misurazione del diametro apparente anche Archimede ricorre ad uno strumento diottrico alternativo e visibile in Charles Singer, Breve Storia del Pensiero Scientifico, Einaudi 1961 pag. 95 Fig. 24, inoltre, aveva già ben presente l'apparente fenomeno illusorio della maggiore percezione del Sole o della Luna sull'orizzonte)*** e collocò un lungo regolo in posizione perfettamente piana ed orizzontale, ***(vedere anche la diottra nel sito dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza:***

http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/isim.asp?c=201201***)***

e sovra di esso un cilindro che potesse con una delle sue basi esser fatto scorrere sopra il regolo: diretto questo verso il sole,***(ovvero col binario di scorrimento puntato in direzione del sole)*** l'occhio essendo ad una delle estremità ed il cilindro collocato fra il sole e l'occhio ***(dritto o in piedi , ma anche volendo, coricato su un fianco e con le basi circolari del cilindro stesso, interposte tra l'occhio e il Sole)*** in modo da nascondere completamente l'astro, ***(come per il probabile metodo di Talete, anche Archimede utilizza come vedremo, pur in modo alternativo da adattare alla sua diottra, il metodo***

ad ostacoli della doppia eclisse, con la prima eclisse leggermente minore della seconda che occlude maggiormente il diametro del Sole) fece scorrere il cilindro sopra il regolo in modo che non si vedesse più se non un debole filo di luce lungo i fianchi del cilindro, ***(prima eclisse minore)*** e poi avvicinandolo finché esso gli nascondesse interamente il sole ***(seconda eclisse maggiore)***; misurò poi gli angoli sottesi dal cilindro, dei quali il primo era evidentemente minore e l'altro maggiore di quello che ha per vertice l'occhio e che comprende il sole. Egli entra anche in molti particolari circa la correzione che stimò opportuno introdurre per il fatto che «l'occhio non vede da un punto ma da una grandezza»,***(qui si vede tutta l'influenza dell'Ottica di Euclide su Archimede)*** e riportati questi angoli sopra un quadrante di cerchio trovò il maggiore più piccolo della centosessantaquattresima parte, ed il minore più grande della duecentesima di un retto; ossia in altre parole che il diametro apparente del sole è compreso fra **32' 56'' e 27',** ciocchè è vero entro i limiti concessi dai mezzi strumentali del tempo, i quali evidentemente non consentivano una approssimazione maggiore.[63]

[63] ***Forse perché il metodo strumentale di Talete è stato ritenuto sbagliato che nell'Ottica di Euclide compare il teorema n°23 a decretarne l'abbandono, ma probabilmente anche Archimede lo ritenne sbagliato e quindi di conseguenza, anche l'angolo del diametro apparente del Sole, pari alla 180^{ma} parte del quadrante, equivalente a 0,50°, trovato da Aristarco di Samo dove probabilmente, lo aveva calcolato per corrispondenza col metodo della doppia eclisse e con lo strumento da noi ipotizzato per Talete, uno strumento magari lievemente modificato ma forse usato ancora e correttamente nel caso in specie, dallo stesso Aristarco per calcolare l'angolo tra i centri della circonferenza sferica della mezza-Luna e del Sole che trovò pari ad un quadrante meno la sua 30^{ma} parte, corrispondente ai moderni 87° sessagesimali.***

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

La stessa fonte alla quale abbiamo attinta la determinazione del diametro apparente del sole ci mostra come egli abbia pure calcolato il rapporto tra questo e quello della luna, e se in esso egli rimase molto al disotto del vero, vi si approssimò assai più dei suoi predecessori, poiché secondo Eudosso il diametro del sole doveva essere nove volte quello della luna; secondo Fidia, dodici; secondo Aristarco tra diciotto e venti; e secondo Archimede, trenta. Egli calcolò pure la distanza della luna e del sole dalla terra, l'ordine e le distanze dei pianeti, come pure il diametro della sfera stellare. La durata dell'anno venne da lui

---

Ma per la sola misura angolare del Sole, concepito universalmente già dai pitagorici come un globo e non più come una ruota infuocata com'era stato ipotizzato dalla Scuola Ionica, lo stesso Archimede ritenne, con le teorie ottiche e astronomiche in voga all'epoca, più corretto collocarla dentro un intervallo angolare, con uno strumento e metodo alternativo, in cui fosse contenuto il diametro sferico del Sole, che non poteva essere pertanto collimato singolarmente col probabile metodo e strumento di Talete per una concezione ormai universalmente accettata di sfericità degli astri e dentro una teoria ottica fondata sopra una visione conica di raggi emissivi.

con tutta verisimiglianza assegnata in giorni 365 e un quarto; ed anzi a questo argomento si riferirebbe una scrittura che, secondo Ipparco, Archimede avrebbe stesa intorno al Calendario».

Forse perché l'idea sferica degli astri fu, dopo Talete, universalmente accettata, forse perché le distanze astronomiche degli astri erano ancora molto lontane dal vero che ***il metodo di Talete*** *sulla misura angolare del Sole fu in seguito accantonato in virtù del Teorema n°23 dell'Ottica di Euclide precedentemente citato, una definizione, che poteva essere rilevante per una scala astronomica basata sopra una teoria limitata alla visione ottica dell'uomo e matematicamente funzionante, ma certamente irrilevante su quella attuale meglio conosciuta, un metodo,* ***che oggi possiamo ben promuovere*** *alla luce di questa ricerca che* ***lo riabilita assieme alle tre grandi Opere meno note di Euclide****.*

27. L' EREDITA' DI TALETE.

Resta ragionevole il fatto, che il primo vero scienziato della storia, il saggio Milesio, fu colui che aprì decisamente la strada della scienza razionale nel mondo Ellenico fino al suo arrivo in Occidente, con una probabile scienza strumentale agli albori delle Civiltà talassiche e umanamente accettabile con tutti i limiti che vengono concessi ad un esordio scientifico e pertanto anche discutibili, ma proprio per questo, stimolante nei discepoli e nei posteri che trovarono nei "difetti" metodologici del loro maestro di Mileto una nuova linfa invitante per un abbandono dei primi lumi e una prosecuzione più "precisa" del pensiero scientifico; quel lume, che qualcuno avrebbe dovuto prima o poi accendere nell'uomo, per scrollare via tutti quei miti e quegli dei che dimoravano innumerevoli nelle Civiltà arcaiche, pertanto immerse e disorientate nell'irrazionale e tutto questo, fu merito proprio di Talete di Mileto, colui che a buon ragione possiamo concordare con le testimonianze dei più noti storici, come il più grande dei Sapienti dell'antichità.

Avviandoci così, verso la conclusione, possiamo dire che, se l'indagine scientifica mediante probabile ausilio strumentale o "meccanica" iniziata da Talete di Mileto era sì "rudimentale", suscettibile di venire, sia per l'imperfezione costruttiva, sia per l'errore intrinseco strumentale ed estrinseco dell'acuità visiva e 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, della fisica sperimentale, sia come stimolo e interesse verso la geometria razionale 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, le mirabili opere di* **Euclide,** *a partire dai famosi* **Elementi** *sino alle tre meno note come :* ***i Fenomeni, l'Ottica e la Catottrica.***

Possiamo concordare perfettamente col pensiero che il Professor 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, il padre ispiratore del pensiero razionale, 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.***

29. 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, Boston 1973.

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, vedere anche sul sito: www.storiadellamatematica.it.

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

14) Jean-Pierre Houdin, CHEOPE I SEGRETI DIETRO LA COSTRUZIONE DELLA GRANDE PIRAMIDE, Farid Atiya Press 2006.

15) André Pichot, LA NASCITA DELLA SCIENZA, MESOPOTAMIA, EGITTO, GRECIA ANTICA, Edizioni Dedalo 1993.

16) Charles Singer e vari, STORIA DELLA TECNOLOGIA, Vol. I, Dai tempi primitivi alla caduta

degli imperi, Paolo Boringhieri, 1961.

17) Francesca Incardona, EUCLIDE OTTICA, immagini di una teoria della visione, Di Renzo Editore, 1996.

18) Adolfo La Rocca, IL FILOSOFO E LA CITTÀ, COMMENTO STORICO AI FLORIDA DI APULEIO, Edizioni L'Erma di Bretschneider, 2005.

19) Lucio Russo: LA RIVOLUZIONE DIMENTICATA, Feltrinelli 1996 e nuova edizione 2005.

20) 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.

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

22) Silvio Maracchia, STORIA DELL'ALGEBRA Liguori Editore 2005.

23) Flavia Marcacci, ALLE ORIGINI DELL'ASSIOMATICA: Gli Eleati, Aristotele, Euclide, ARACNE 2008

24) Laura Catastini e Franco Ghione LE GEOMETRIE DELLA VISIONE, Scienza, Arte, Didattica, Springer 2006.

25) Tullio Viola e Bruno Rizzi, 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.

30. INDICE DELLE FIGURE

In parentesi quadre:[..] sono indicate le Figure enunciate e presenti nel Testo o nelle note complementari.