

Nascita ed evoluzione del calcolo matematico in Egitto e Mesopotamia

di Mario Menichetti

Mario Menichetti (www.geroglifici.it) da diversi anni si interessa allo studio della lingua egiziana antica. Più volte relatore ed autore di studi e ricerche sull'Egitto. È socio membro dell'Istituto Italiano per la Civiltà dell'Antico Egitto di Torino e dell'Oriental Institute di Chicago.

1. sulla origine del numero

Le prime tracce certe della scrittura risalgono all'epoca sumerica anche se si può affermare con sufficiente attendibilità che la scrittura abbia origini ben più remote. Diverso e direi ancor più complicato risulta lo scoprire le origini del "far di conto" nonché la rappresentazione di sistemi di numerazione. La numerazione, pur essendo un particolare settore di ciò che noi chiamiamo scrittura, ha certamente origini molto più antiche che non la scrittura intesa questa come espressione di un concetto elaborato. Tale certezza deriva dal convincimento, direi senza appello, che il far di conto con le dita è stata la prima manifestazione su base razionale che ha avuto l'uomo nel corso della sua evoluzione e che certamente affonda le radici nella notte dei tempi e, cosa ancor più importante, di essa ovviamente non vi è traccia. È proprio questa considerazione che rende impossibile stabilire una approssimativa base di partenza alla presente indagine sulla origine dei numeri, mentre seppur in modo estremamente grossolano ed approssimativo non si può arretrare verosimilmente l'origine della scrittura ad epoche anteriori ai 25-30mila anni, ciò sulla base dei reperti sino ad oggi rinvenuti¹. Premesse queste basilari considerazioni si rende necessario affrontare un altro aspetto del problema: linguaggio e scrittura (numeri compresi) non hanno naturalmente una stessa data di partenza, la forma scritta, e quando dico scritta intendo anche per ciò che concerne la numerazione altre forme visibili di computo (nodi, tacche su bastoni, insiemi formati da pietre ecc.) risale naturalmente ad epoche successive e direi abbastanza recenti rispetto all'iter storico dell'homo sapiens.

La prima analisi che ci si pone sulla base di tali considerazioni è il cercare di dare risposta al quesito del quando e del come l'uomo avvertì la necessità di lasciar traccia visibi-

le dei numeri, rendendosi conto della insufficienza dovuta al semplice computo digitale legato esclusivamente alla memoria. Certamente la spinta in tal senso è stata data dallo sviluppo della società tribale con particolare riferimento al sorgere dello scambio di beni. Nei rapporti tra terzi (soggetti talvolta distanti tra di loro od anche non direttamente conosciuti) si rese necessario lasciare idonee documentazioni che potessero essere visionate da più parti e conservate. Un successivo passo nell'utilizzazione del numero come elemento base onde valutare o meglio fornire una dimensione tangibile alla propria esistenza fu certamente il primo approccio che l'uomo ebbe con l'astronomia. Ma quest'ultima fase pone l'uomo al di fuori ormai della preistoria. La parola *matematica* trae origine dal greco *μάθημα* avente significato di studio, cognizione, disciplina e direi per antonomasia scienza, ma quale scienza? Scienza vuol dire in primis esame di un fenomeno sulla base di estrema precisione e certamente nessun elemento può offrire la massima precisione in una osservazione, in una ricerca se non il numero. Questa considerazione è certamente la motivazione fondamentale per cui la matematica è assurta al suo significato *ben conosciuto* di studio dei fenomeni mercé l'utilizzo dei numeri. Partendo da tale assioma la presente ricerca si prefigge di mettere in risalto la *scienza matematica* ove è nata e si è sviluppata come scienza e cioè nell'Egitto e Mesopotamia, cercando di mettere in risalto le caratteristiche più salienti dell'uno e dell'altra. Queste antichissime civiltà² in linea di massima coeve tra di loro, pur sviluppatesi in maniera del tutto autonoma, certamente hanno contribuito in maniera **fondamentale e determinante** allo sviluppo del calcolo matematico in tutte le varie configurazioni. Le civiltà coeve e soprattutto quelle sorte in epoche successive, in primis la greca, si sono potute sviluppare *alimentandosi* al sapere dell'Oriente Antico.

1 Nel 1937 è venuto alla luce a Vestonice (ex Cecoslovacchia centrale) un osso risalente a circa 30.000 anni fa con 45 tacche disposte a gruppi di cinque. In tale reperto sono già presenti i concetti fondamentali di un sistema di numerazione (fonte: E. Giusti: *La Natura degli oggetti matematici*, Torino 1999).

2 La Mesopotamia è la regione del vicino Oriente ove si è sviluppata dapprima la civiltà Sumera e poi la Babilonese ed infine la Caldea.

2. numerazione sumera e babilonese

Come in precedenza accennato risalgono alla civiltà Sumera le documentazioni più antiche da noi conosciute inerenti sia la scrittura in genere che, nel caso della presente ricerca, i sistemi di numerazione. La numerazione è *additiva*³ e si basa sulla seguente impostazione base: 1, 10, 60, 600, 3600, 36000 (1-10-60-10x60-60²-10x60²). Le civiltà succedutesi alla Sumera, gli assiro-babilonesi, attinsero fondamentalmente i principi matematici Sumeri apportandovi alcune modifiche ed elaborandone il contenuto. Il sistema di numerazione babilonese assumeva la veste di numerazione posizionale su base sessanta. I numeri risultano rappresentati da cunei collocati in posizione verticale (es. I = 1; II = 2; III = 3; il quattro è rappresentato come il tre con in più un cuneo sotto i primi tre e così via di seguito). Una parentesi uncinata < rappresenta il numero dieci; i numeri da undici a diciannove sono evidenziati dalla parentesi uncinata della decina e da tanti cunei verticali per quante sono le unità da indicare con i meccanismi anzidescritti. Il numero venti è rappresentato da due parentesi uncinata per cui i numeri da 21 a 29 vengono rappresentati con lo stesso sistema visto per le decine. La numerazione arriva con identico meccanismo al 59 che, per quanto visto, è composto da cinque parentesi rappresentanti le cinque decine e 9 cunei verticali per le unità successive al 50. Trattasi in sostanza, al contrario della numerazione additiva Sumera, di numerazione posizionale⁴ su base sessanta. Infatti dopo il 59 non venivano introdotti ulteriori simboli ma, utilizzando quelli da 1 a 59 venivano affiancati gruppi di cunei come i precedenti stanti ad indicare le successive potenze del 60. Es. la rappresentazione di tre coppie di cunei || || || si sviluppa come segue: la prima coppia rappresenta il numero due moltiplicato per 60 al quadrato (2.60² = 7200); poi 2.60 = 120 ed infine 2 e così per un totale di 7322. Intorno al 2300 a.C., all'indomani dell'invasione delle regioni mesopotamiche da parte degli Accadi, fu introdotto l'*abacus* nonché i meccanismi delle quattro fondamentali operazioni di calcolo. Due tavolette rinvenute a Senkerah sull'Eufrate nel 1854 risalenti al 2000 a.C. circa forniscono le numerazioni al quadrato superiori al 59 ed al cubo sopra il 32. La tavola da infatti 8² = 1, 4 = 1 x 60 + 4 = 64 e così per valori superiori: 59² = 58, 1 (= 58 x 60 + 1 = 3481). I babilonesi ben conoscevano le formule⁵:

$$ab = [(a + b)^2 - a^2 - b^2] / 2$$

e:

$$ab = [(a + b)^2 - (a - b)^2] / 4$$

La divisione si basava sulla formula:

$$a/b = a \times (1/b)$$

In particolare gli studiosi di Babilonia erano riusciti a cal-

colare espressioni algebriche di terzo grado, avevano compilato tavole di logaritmi ed in geometria erano di già riusciti a risolvere il teorema euclideo. In astronomia con il *Enuma Anu Enlil* composto da 70 tavole, i babilonesi ci hanno lasciato tutto il loro scibile nel campo dell'astronomia, conoscenza che va dalla individuazione delle varie costellazioni, al calcolo dei movimenti ellittici, alla previsione delle eclissi di luna e *dulcis in fundo*, sulla base di recenti ricerche, sembra che fossero riusciti ad individuare la cometa di Halley⁶. Il meccanismo di numerazione su base sessagesimale dei Sumeri e dei babilonesi è un sistema abbastanza *sui generis* in quanto basato sul numero sessanta, di per sé stesso cosa abbastanza strana per quanto si dirà. In realtà questo sistema deve definirsi su base mista decimale e sessagesimale al tempo stesso. Infatti, come accennato in precedenza, la progressione fondamentale è: 1 - 10 - 60 - 600 - 3600 - 36000 ove si alternano costantemente il dieci e poi il 6 come multiplo (infatti dopo 1 e 10, il 60 scaturisce dal prodotto 6 x 10 ma dopo si ritorna al multiplo di dieci 60 x 10 = 600 e così via). Per quanto detto certamente un sistema abbastanza complesso perché composito.

A questo punto ci si deve chiedere quali siano state le motivazioni che hanno spinto queste popolazioni mesopotamiche alla creazione di un sistema non certamente dei più semplici tenendo presente che si era agli albori del calcolo matematico. Il far di conto con le dita, certamente prima tappa del calcolo matematico, come naturale conseguenza avrebbe dovuto portare alla creazione di un sistema decimale o tutt'al più un sistema ventesimale come era in uso tra le popolazioni Maya nell'età precolombiana, usando costoro nel computo anche le dita dei piedi⁷. Il numero sei non può apparentemente essere collegato ad alcuna parte del nostro corpo che possa giustificare tale procedimento. Alcuni studiosi analizzando persone residenti in America provviste di sei dita hanno rilevato nella quasi totalità dei casi la loro discendenza da alcune zone dell'Anatolia. Ciò lascerebbe dar credito ad una teoria abbastanza avveniristica e cioè l'ipotesi che le antichissime popolazioni mesopotamiche soffrissero di tali malformazioni nelle mani⁸. Eventualità estremamente remota in quanto l'iconografia sia sumera che babilonese in proposito non suffragava tale eventualità. La causa molto più probabile che spinse quelle antiche popolazioni ad usare il sistema sessagesimale si basa su motivazioni ben più pertinenti e concrete. In primis il *coinvolgimento* della mano in tale sistema esiste, si rammenta ancora una volta che la progressione numerica vede un'alternanza del sei con il dieci, quindi *stricto sensu* trattasi di sistema misto. A ben vedere poi il numero 60 moltiplicato per 6, come si è visto, ci dà 360, valore che, seppur in via approssimata, corrisponde al numero dei giorni dell'anno astronomico⁹, elemento fondamentale della misurazione del tempo. In sostanza dopo questo periodo gli astronomi del tempo si

3 In tale sistema i numeri vengono scritti inserendone i simboli necessari uno accanto all'altro.

4 La numerazione posizionale al contrario dell'additiva usa una limitata quantità di segni che, all'occorrenza ed in base a determinati criteri, vengono opportunamente collocati al fine di rendere il valore richiesto. Si parla di numerazione decimale, ventesimale, sessagesimale.

5 Fonte: J.J. O'Connor & E.F. Robertson: *An overview of Babylonian mathematics*.

6 fonte: G. Pettinato: *Babilonia, centro dell'Universo* - Milano 1988, pag. 165 e segg.

7 L'ipotesi di un sistema pentesimale sarebbe stata improponibile, od almeno poco propizia, tenendo presente che la metà non sarebbe stata divisibile per due come il dieci.

8 Fonte: Salvatore Poma: *Antichi Sumeri*.

9 Il primo calendario iniziò ad essere usato a Nippur. L'anno veniva diviso in dodici mesi lunari di circa 354 giorni a cui si aggiungevano 11 giorni per adeguarlo al

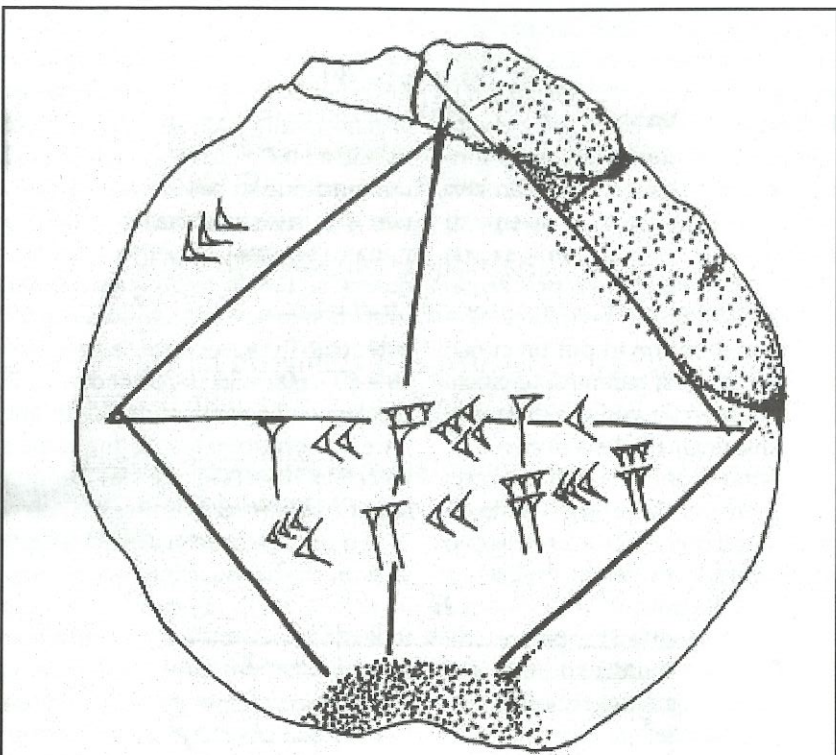
resero conto che le costellazioni rientranti nella fascia della eclittica solare si ritrovavano nella pressoché identica posizione di un anno prima. Ma 360 risulta esattamente la decima parte del valore 3600 uno dei valori come visto della progressione matematica sumera. Dico pressoché in quanto, come si vedrà, i Babilonesi erano già a conoscenza del fenomeno della precessione. Per quanto detto il numero 360 assumeva enorme importanza perché misura base del tempo. I Sumeri divisero poi l'anno astronomico in dodici periodi di trenta gradi ciascuno costituenti lo zodiaco. Ma perché dodici e non dieci pari a 36°? Applicando il sistema sessagesimale 360 diviso 6 da sessanta. A questo punto sarebbe stato improponibile concepire lo zodiaco suddiviso in sole sei parti tenendo presente l'andamento delle stagioni, questa considerazione suggerì di dividere a metà il sessanta ottenendo così il valore trenta. La misurazione del tempo così concepita risulta talmente perfetta che ancor oggi il sistema sessagesimale non ha eguali.

Ma c'è in realtà un'altra importante considerazione, forse ancor più importante e convincente del puro calcolo matematico. È plausibile supporre, come suggerisce qualche autore, il fatto che il numero dodici era, assieme al quattro ed al tre, un numero magico e tale considerazione presumibilmente dovette avallare la decisione di dividere il numero sessanta per due e così ottenere un numero (30) che dà all'anno il fatidico numero dodici. Il 12 lo si trova in molte culture antiche e gli dei Sumeri e quelli successivi erano organizzati in pantheon di dodici¹⁰. Ma c'è dell'altro: il numero 36000 moltiplicato per 6, in base al meccanismo della progressione numerica anzi descritta, da il numero 216000 che ancora moltiplicato per

dieci da 2160000 che a sua volta moltiplicato per 6 ci dà 12960000. Ora questo valore non è altro che la cinquecentesima parte di un grande ciclo temporale pari a 25920 anni, periodo che in linea di massima corrisponde sostanzialmente al ciclo precessionale equinoziale che ha appunto questa durata¹¹. Valore che ulteriormente suddiviso su base dodici fornisce un periodo o fase di 2160 anni. Tutto ciò proverebbe che i Sumeri ed i Babilonesi, sulla base di tali calcoli, erano ben a conoscenza del fenomeno della precessione.

La matematica soprattutto in epoca sumera aveva carattere sacrale. Eseguire un'operazione era come recitare una preghiera ed i risultati ottenuti dai vari calcoli avevano un significato quasi magico. Ogni numero aveva un particolare significato che esulava da qualsiasi considerazione sul piano

scientifico. Questi retaggi oggi in tante parti del mondo li troviamo in seno a varie tradizioni. La *smorfia* napoletana docet. Il numero perfetto per eccellenza era il tre. Il concetto di perfezione del numero tre è poi, come tanti altri aspetti della religiosità mesopotamica, approdato nella religione giudaica e quindi nelle religioni derivate di questa. Il numero quattro rappresentava la completezza¹², il sette era forse il più emblematico, esso significava l'eternità *sette volte sette* i.e. "sempre". Questo detto lo si ritrova nei Vangeli cristiani allorché Gesù afferma "Sette volte sette dobbiamo perdonare i nostri nemici" e poi "settanta volte sette". Ma sette significava anche le sette "doppie porte" dell'inferno, gli spiriti maligni apparivano sette per volta, sette sono le stelle dell'Orsa e così via dicendo. Il numero nove era poi la perfezione delle perfezioni perché esso scaturiva da 3×3 , il 19 era l'ira divina, il 28 portava disgrazia¹³, il 60 poi era il numero privato degli dei, il



Copyright: A. Aaboe

Reperto proveniente dallo Yale Babylonian Collection. Trattasi di un frammento di tavoletta (periodo babilonese) relativo a un problema geometrico (un quadrato con due diagonali e relative misure).

calendario solare. Tale metodo denominato *intercalazione* veniva ripetuto ogni anno. In tal guisa anno solare e lunare venivano a coincidere ogni 19 anni.

10 Fonte: A. Follieri: *La nuova razionalità*.

11 Si rammenta che il cosiddetto *anno platonico* ha la durata complessiva di 25765 anni (i punti equinoziali ogni anno risultano anticipati di 0°,12 gradi). Lo scarto pertanto nel calcolo risulta essere di soli 155 anni (sic!) con un'approssimazione di oltre il 99%, differenza probabilmente dovuta alle influenze dei pianeti (non tutti conosciuti all'epoca) e delle stelle che, per l'appunto, fanno anticipare i punti equinoziali di questo infinitesimale scarto in gradi.

12 Le popolazioni della Mesopotamia suddivisero il mondo in quattro parti e pertanto il significato del quattro rappresentava il tutto (Subartu, Amurru, Sciumer ed Elam).

13 In quei giorni era prudente restarsene in casa e cercare di non fare nulla.

numero per eccellenza del sistema sessagesimale base, come abbiamo visto, del computo matematico di queste civiltà ed era proprietà del dio Anu; il 50 di Enlil¹⁴, il 40 era di Ea, il 30 di Sin, il 15 di Inanna e così via¹⁵. Merita a questo punto un particolare cenno al problema dello zero che com'è noto ha rivoluzionato i calcoli matematici nell'età moderna. L'introduzione dello zero è di origine indiana anche se poi tale tecnica rivoluzionaria fu sviluppata notevolmente dai grandi matematici arabi. Se è vero che manchi questo fondamentale elemento di calcolo presso le popolazioni mesopotamiche ritengo però doveroso segnalare che tale problema dovette essere sentito fortemente a Babilonia da alcuni matematici tant'è che occasionalmente si trova nelle tavolette matematiche un posto vuoto ove sarebbe dovuto essere collocato lo zero. Quindi direi un primissimo approccio a tale problematica. C'è poi da aggiungere che in realtà lo zero fu "inventato" nel corso del I millennio probabilmente nel periodo persiano od anche anteriormente (circa il 700 a.C.)¹⁶. Esso si trova regolarmente usato nei testi seleucidi di argomento astronomico, anche se mai alla fine del numero¹⁷. La maggior parte dei reperti di soggetto matematico provengono da Tell Harmall e risalgono al primo periodo babilonese. Si tratta di testi prevalentemente scolastici. In sintesi si può affermare che il livello raggiunto dai Sumeri prima e dai Babilonesi poi nel campo delle scienze matematiche fu elevatissimo e lo sviluppo delle scienze moderne basate sulle scoperte soprattutto di Copernico, Keplero, Galilei e Newton si fondano sostanzialmente su principi che furono in certa guisa già affrontati ed in parte risolti dalle civiltà mesopotamiche seppur talvolta non con quei requisiti di assoluta precisione. Basti pensare, tra l'altro, che i Sumeri osservavano il levarsi ed il tramonto del sole e dei pianeti, e per il loro calcolo adoperavano il sistema ellittico e non circolare. Tali principi, cioè lo studio dell'ellissi delle orbite dei pianeti, sono - è bene rammentare - una conquista molto recente della fisica che risale ai tempi del Newton. Ma la matematica Sumera e Babilonese non ebbe solo finalità di carattere prettamente scientifico (*in primis* l'astronomia ed il calcolo del tempo). Lo sviluppo dei commerci che le popolazioni mesopotamiche ebbero con tutto il mondo conosciuto dell'epoca portò come naturale conseguenza lo sviluppo delle tecniche contabili atte a *lasciar memoria* delle varie operazioni tra le parti contraenti. Reperti contabili sono stati rinvenuti in diverse parti della regione mesopotamica, in particolare si rammentano le tavolette di Uruk III, Uruk IV, Lagash, i grandi archivi di Ninive sul Tigri, Fara ecc. La conformazione del terreno della Mesopotamia, sovente appellata "alluvio mesopotamico", favorì notevolmente lo sviluppo dell'agricoltura essendo quelle zone particolarmente favorevoli a questa attività. La terra forniva forti quantità di cereali, in particolare l'orzo (usato moltissimo come bene di scambio) e quindi i prodotti dell'orticoltura e della frutticoltura. La maggior parte dei testi economici venuti alla luce sino

ad oggi proviene dagli archivi dei templi che erano le vere uniche grandi aziende, centri economici potentissimi. I documenti contabili in proposito mettono in luce i proventi del raccolto per i bisogni del culto e dell'azienda "tempio", le paghe al personale che venivano effettuate in natura (in genere orzo), nonché la contabilità di magazzino relativa ai grandi depositi di derrate. Un altro importante settore dell'economia mesopotamica che emerge dalle documentazioni contabili riguarda l'allevamento del bestiame, ivi compresa la produzione di latticini, la produzione laniera nonché la pesca fluviale (canali compresi) e marittima. Ovviamente a monte di tutta questa attività si era sviluppata una fiorente attività nella produzione di ceramiche e vasi contenitori dei vari prodotti. Notevole poi è stato il materiale rinvenuto inerente le operazioni contabili aventi per oggetto la fornitura di beni alle divinità stesse¹⁸. Ovviamente esistevano pesi e misure varie idonei a quantificare gli scambi e le forniture in genere di beni. I sistemi non erano eguali e variavano da regione a regione. I pesi erano basati sul concetto arbitrario del *carico* che poteva essere portato da un animale, generalmente un asino. Per l'unità di misura dei pesi generalmente si partiva dal talento (*biltu*), suddiviso in 60 mine ed una mina in 60 sicli. La mina corrispondeva a 0,5 kg circa per cui il talento equivaleva a circa 30kg. Gli asini erano soliti trasportare quattro sacchi da un talento l'uno. Veniva usato anche un particolare peso denominato *she* avente il significato di grano, elemento base di misura assieme all'orzo. Questi due prodotti erano quasi sempre usati come salario agli operai. Le misure di lunghezza si basavano sul cubito (circa mt. 0,5), mentre per le grandi misure veniva generalmente usato il *beru* ovvero il miglio babilonese corrispondente a circa 10 km. Unità di volume era il *qa* ed in Assiria l'*imeru* o "carico d'asino". L'unità di misura delle superfici era detta *iku* o "campo" che corrispondeva all'incirca a ha. 0,35, infine il *buru* per le superfici maggiori (in prevalenza terreni) pari a 18 *iku* cioè 6,3 ha.¹⁹ I sistemi contabili in uso in epoca accadica risultano estremamente sofisticati. In particolare i fatti di gestione vengono analizzati sotto un duplice aspetto: effetti sulla sostanza netta (incrementi e decrementi) e gli effetti sui carichi di magazzino. C'è poi da aggiungere il fatto che alcuni documenti contabili rinvenuti posseggono gli stessi elementi del conto moderno. Il saldo del periodo precedente (*si-ni-ib nig-sid-ag*), la serie di partite positive che si allacciano al periodo precedente (riporti contabili) nonché la serie di partite negative che iniziano da *sa-bi-ta* cioè da "queste disponibilità" ed il saldo contabile finale, le rimanenze (*lal-li*) che si aggiungono a queste facendo bilanciare il conto. Il conto risulta in genere a sezioni sovrapposte e, come acutamente afferma il Melis: "(il conto a sezioni sovrapposte - n.d.r.) è la stessa forma che, nel Medioevo, vedremo alla rinascita della contabilità, quando, cioè, si principierà con il conto moderno. È quella forma, che, a Siena, a Firenze e nella Toscana in genere, assisterà alla prodigiosa realizzazione del

14 Il tempio di Enlil a Nippur si chiamava Eninnu che vuol dire "casa del cinquanta".

15 Fonte: F.A. Mella: *Dai Sumeri a Babele*, Milano 1986.

16 Neugebauer 1952: *Sumerian Area measure and the alleged decimal substratum*, 27 n. 14.

17 J. Oates: *Babilonia*, Roma 1984, pag. 259.

18 La religione del tempo prevedeva che le varie divinità dovessero essere cibate periodicamente alla stregua dei mortali.

19 Fonte: J. Oates, op. cit. pag. 260.

metodo contabile (e del bilancio)²⁰. Quindi al *reddere ad rationem* si può affermare che la tecnica della *partita doppia* concepita da fra Luca Paciolo affonda le sue *primigenie* origini nei sistemi contabili della Mesopotamia.

A mero titolo esemplificativo si riportano due rendiconti rinvenuti nella zona archeologica di Lagash:

Conto di acquisto di bestiame dall'Elam
periodo di Lugalanda di Lagash (circa 2600 a.C.)

x mucche di razza;

4 giovenche di 3 anni

1 mucca

ha Barnamtarra, la consorte di Lugalanda, patesi di Lagash, nell'Elam comperato.

Conto numerico di acquisto
di schiavi

Del periodo di Lugalanda o
Urukagina (ca. 2600 a.C.)

Recto

1 mina di puro argento per
comperare lavoratori ha Ure-
ninni, il mercante della casa
della signora, portato via.
Egli ha un lavorante da 14
sicli d'argento portato; l'ha
Urki, il giardiniere, preso.
Egli ha uno schiavo maschio.
Verso

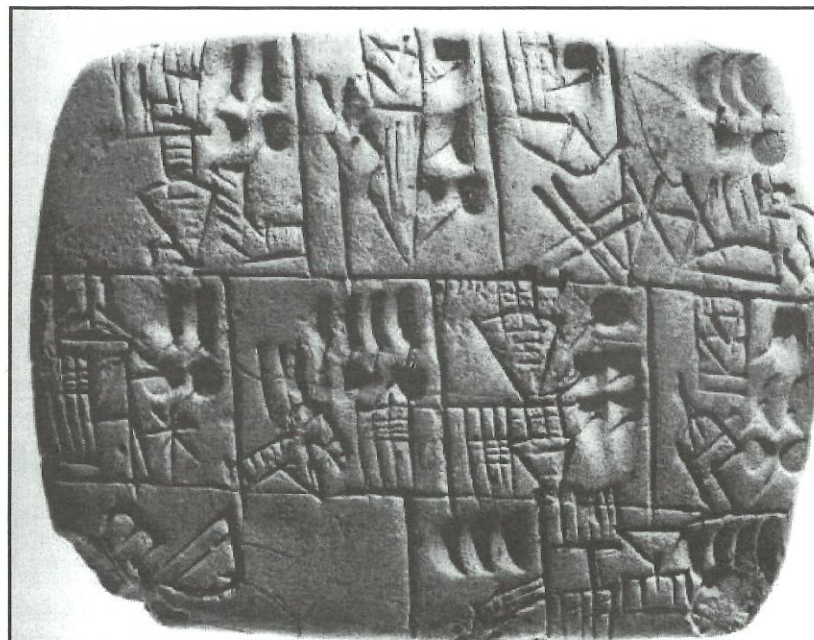
Da 20 sicli d'argento porta-
to; l'ha Lugalda, il pastore
delle pecore da lana, preso.
Egli ha un lavorante da 14
sicli d'argento portato; l'ha
Anamu, il giardiniere
preso²¹.

Anche nell'isola di Creta sono stati rinvenuti diversi reperti contabili nella scrittura geroglifica di Festo (Phaistos). Si rammenta la cosiddetta contabilità di Hagia Triada nonché le tavolette dei grandi magazzini di Cnosso, per non parlare dei reperti rinvenuti nell'Elam, in Anatolia e negli altipiani iranici, ma nessuna dico nessuna coeva civiltà raggiunse i grandi livelli delle popolazioni sumere e babilonesi. Solo l'Egitto in epoche pressoché analoghe, o forse leggermente più recenti, eguagliò nel calcolo matematico la terra di Sumer e Babilonia.

3. sviluppo della matematica in Egitto διό περί Αιγυπτίων αἱ μαθηματικοὶ πρῶτον τέχνην συνέστησαν²²

al "The Rhind Mathematical Papyrus²³: Metodo corretto d'investigazione della natura, per conoscere tutto ciò che esiste, qualche mistero, tutti i segreti. Così è definita la matematica per gli antichi egizi. La scienza per eccellenza. Il papiro Rhind scritto in jeratico²⁴ (chiamato anche Papiro di Ahmes) fu acquistato da un avvocato scozzese nel 1858 a Luxor, un certo A. Henry Rhind e da costui ha preso il nome questo importantissimo reperto. Fu scritto dallo scriba matematico Ahmes sotto il regno Hyksos di Aauserre verso il 1650 a.C. ma certamente si tratta di una copia di un testo scritto

sotto il regno di Amenemes III (XII dinastia) regno che va dal 1842 al 1797 a.C. Questo manuale si divide in cinque parti: aritmetica, stereometria, geometria, il calcolo delle piramidi e un insieme di risoluzioni di problemi pratici per un totale complessivo di 87 problemi. Ciò che colpisce particolarmente esaminando il documento, destinato con ogni probabilità a finalità didattiche, è il metodo della ricerca, estremamente razionale, ed in questo direi vi è sostanziale differenza tra la ricerca in Mesopotamia rispetto all'Egitto. Direi che la matematica Sumera e babilonese aveva degli schemi *rigidi* non suffragati da particolari regole, al contrario la ricerca in questo documento si basa su di una serie di regole preventivamente codificate, *ragionate*. Il metodo di ricerca è essenzialmente un percorso logico che attende un determinato risultato. La matematica nell'Antico Egitto è un insieme di regole, di principi basati sul numero, un *corpus* metodologico per entrare nella natura delle cose, conoscere tutti i suoi segreti, la sua profonda costi-



Tavoletta di argilla a uso amministrativo del 3000 a.C. circa. I cerchi profondi e le lunette sono numeri. I restanti segni sono pittogrammi che rappresentano anfore e altri oggetti. Si tratta di una semplice registrazione quantitativa: infatti non si trovano tavolette recanti autentiche "iscrizioni" dotate di una grammatica e di un autore fino al 2600 a.C. (N.d.R.).

20 F. Melis: *Storia della Ragioneria*, Bologna 1950, pag. 191.

21 Fonte: F. Melis, op. ibid., pag. 171.

22 Aristotele: *Metafisica*, A, 1, 981 b23.

23 fonte: K. Sethe: *Ägyptische Lesestücke. Texte des mittleren Reiches*, Hildesheim 1983, pag. 60.

24 La scrittura corrente in uso in epoca faraonica. Questa scrittura in epoca saitica fu soppiantata dalla demotica (VI-VII sec. a.C.). Rammento che la scrittura geroglifica fu utilizzata esclusivamente per finalità sacre.

tuzione. Solo molto più tardi nell'antica Grecia si parlò di metodo (*methodos*)²⁵. Questa differente impostazione lascerebbe supporre che l'Egitto e la Mesopotamia abbiano sviluppato le tecniche matematiche in maniera del tutto autonoma. A. Moret, grande egittologo degli inizi del secolo afferma "... les immenses travaux d'endiguement et d'irrigation, l'érection des pyramides et des obélisques, les statues monolithes et le plan des temples, prouvent que, dès une haute antiquité, les Egyptiens avaient approfondi les problèmes pratiques de la mécanique et de la géométrie qui se posaient pour le transport et pour la mise en place de ces masses colossales; ..." ²⁶. Gli egizi sono stati i primi ad aver fornito la nozione di estensione del numero con la frazione con numeratore uguale ad uno. La frazione ordinaria di un numero è un vero e proprio sconvolgimento apportato alla nozione primitiva del numero (cardinale, ordinale). Nel Papyrus Rhind sono magistralmente esposte le regole per il calcolo delle frazioni comunemente chiamate "frazioni egiziane" con cui si è risolto il problema delle parti decimali. La soluzione è riportata in una apposita tabella che fornisce per ogni intero dispari *n* compreso tra 3 e 101 la scomposizione in frazioni unitarie della frazione $2/n$. Si riporta qui di seguito, a mero titolo esemplificativo, la parte iniziale della tabella²⁷:

3	2 + 6
5	3 + 15
7	4 + 28
9	6 + 18
11	6 + 66
13	8 + 52 + 104
15	10 + 30
17	12 + 51 + 68
19	12 + 76 + 114
21	14 + 42

Le tecniche contenute nel Papyrus Rhind risultano ancor oggi insuperate. Un altro documento matematico, il *Papiro di Mosca* (ca. 1850 a.C.) espone un problema estremamente complesso: calcolare il volume del tronco di piramide, problema che troverà risoluzione in epoca successiva solo al tempo di Euclide²⁸, ma ben 1550 anni dopo il documento egizio. Gli egizi avevano altresì una buona conoscenza del pigreco. Nel problema 50 del Papyrus Rhind si ipotizza l'area di un cerchio iscritto in un quadrato. Il diametro del cerchio è pari a 9 *bacchette* e l'iscrizione del cerchio determina 4 triangoli rettangoli che sostanzialmente finiscono, assieme ai vertici del quadrato, nel formare un ottagono la cui superficie si avvicina mol-

tissimo a quella del cerchio. Lo scriba pone il valore della superficie pari a 64. La superficie del cerchio è data dalla formula $S = \pi \cdot r^2$ od anche:

$$S = \pi \cdot d^2/4$$

Da cui $\pi = 64 \times 4/9^2 = 64 \times 4/81 = 256/81 = 3,1604938...$

Il grande matematico americano R.J. Gillings ha affermato "We can credit Ahmose with being the first authentic circle-squarer in recorded history!"²⁹.

I valori ottenuti dai babilonesi erano più approssimativi concependo π uguale a 3, in quanto la superficie del cerchio era in funzione della sua circonferenza *L* con la formula empirica $S = L^2/12$; al contrario gli egizi calcolarono la superficie del cerchio in funzione corretta del diametro $S = (D - D^2/9)^{30}$. Un approfondimento particolare, in tema di *frazioni egiziane* collegate alle misure di capacità e di volume, riguarda il cosiddetto mito dell'*occhio di Horus* chiamato *udjat* che significa completo, cioè l'occhio completo di Horus. La leggenda vuole che Seth, il dio dell'ombra, delle tenebre (simbolo della malvagità), uccise per gelosia il fratello Osiride facendone il corpo in pezzi e sparpagliandone i resti per tutto l'Egitto. La sorella e sposa di quest'ultimo Iside cercò disperatamente il corpo del fratello-sposo e, con l'aiuto della sorella Nephtys, ne ritrovò i vari pezzi ricomponendoli tutti, tranne il pene andato definitivamente perduto. Ciò malgrado, in virtù del grande amore per il fratello, come primo atto di questa resurrezione, Iside sovvertendo le leggi della procreazione, dall'unione simbolica con il fratello-sposo, restò incinta di Horus, dio del cielo e della luce. Iside a questo punto portò via dagli acquitrini del mondo delle tenebre, ove era nato il proprio figlio³¹. Horus divenuto adulto, volle vendicare l'assassinio del proprio padre dando la caccia allo zio e, dalla feroce lotta che ne scaturì, strappò a Seth i testicoli, ma quest'ultimo riuscì a strappare e ridurre in sei pezzi l'occhio sinistro del nipote. L'occhio di Horus fu ricomposto da Thoth³² per 63/64. A questo punto mancava l'ultimo pezzetto dell'occhio pari a 1/64 ma Thoth, con un intervento magico, riuscì miracolosamente a riattaccare anche l'ultimo pezzetto e pertanto a ridare la vista all'occhio di Horus. Questa la leggenda che fece diventare per gli egizi l'occhio magico di Horus simbolo di luce e conoscenza (l'occhio del falcone che vede tutto), d'integrità fisica, d'abbondanza e di fertilità. Immagine altresì della vittoria del bene sul male che garantisce la fecondità universale ed i buoni raccolti. In matematica questo simbolo, rappresentato dall'occhio, fu sostanzialmente scomposto in sei parti ed a ciascuna di queste fu attribuito un valore espresso in frazioni corrispondenti agli inversi delle prime sei potenze del due: 1/2; 1/4; 1/8; 1/16; 1/32; 1/64 e così per un totale di 63/64. Questi valori espressi in frazioni, in base a quanto si dirà, si basano sulle unità di misura di capacità e di volume in uso

25 Archimede ha scritto l'opera *Trattato del metodo*, ma siamo nel III a.C. In epoca moderna hanno parlato del metodo Leibniz in *De Arte inveniendi* e *De metodo in Philosophia et Teologia*; R. Descartes in *Regular ad directionem ingenii* ecc.

26 A. Moret: *Le Nil et la civilisation égyptienne*, Paris 1926.

27 Fonte della tabella: E. Di Renzo: *Le frazioni egiziane*.

28 Il grande matematico greco ne parla nel libro XII degli Elementi.

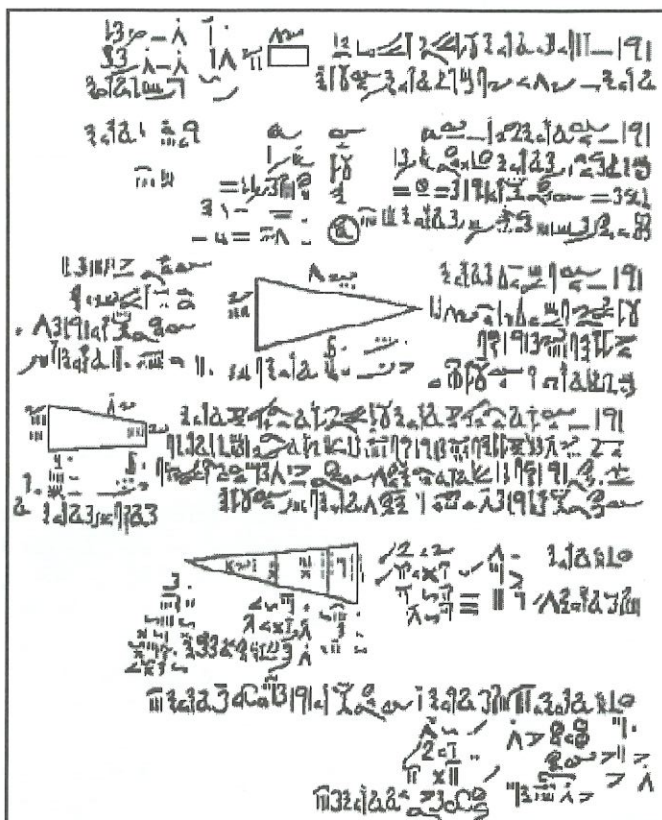
29 R. J. Gillings : *Mathematics in the time of the Pharaohs*, Cambridge 1972, pag. 145.

30 T. Obenga: *La philosophie africaine de la période pharaonique*, L'Harmattan - Paris 1990, pag. 363 e segg.

31 Horus bambino è chiamato Arpocrate.

32 Dio della sapienza, della scrittura ed anche dei commerci, che ritroviamo nella mitologia greca in Hermes ed in quella romana in Mercurio.

nell'Antico Egitto. Nell'antico e medio regno l'unità fondamentale per misurare i cereali, agrumi e liquidi era il *khar* (sacco) pari a 48,05 litri, ulteriormente suddivisa in 10 *héqat* (botte) pari a litri 4,805. L'*héqat* è suddivisa a sua volta in 320 *ra* (segno D21 bocca), la più piccola unità di misura di capacità pari a litri 0,0060. Fatte queste necessarie premesse bisogna tener presente che le sei parti dell'occhio corrispondono ciascuna ad un determinato senso (tatto - gusto - udito - pensiero - vista - olfatto). La sessantaquattresima parte di 320 (*héqat*) è pari a 5 ($5 \times 64 = 320$) e pertanto si può affermare che la frazione più piccola anzi indicata, cioè $1/64$, corrisponde a 5 *ra* e rappresenta il *tatto* che nella scala dei sensi sarebbe il *meno complesso*. La successiva frazione è $1/32 = a$ 10 *ra*, che rappresenta il *gusto* uguale al *tatto* + la forma³³ (pertanto un qualcosa di più complesso). Andando avanti in questa analisi troviamo $1/16 = a$ 20 *ra*, che corrisponde all'*udito* (senso ancor più sofisticato poiché il suono che si avverte può essere piacevole o spiacevole e pertanto direi entra in gioco la nostra sensibilità artistica). La frazione successiva è $1/8 = a$ 40 *ra* e che rappresenta il nostro *pensiero* la nostra mente. Il pensiero è = alla sommatoria di più sensazioni (*tatto* + *gusto* + *udito*). Vi è poi $1/4$ pari a 80 *ra* che è rappresentata proprio dalla pupilla dell'occhio di Horus, ed è una delle massime e più importanti sensazioni, la *vista*. Infine $1/2$ pari a 160 *ra* (metà *héqat*) rappresenta l'*olfatto* che, secondo quelle antiche concezioni doveva rappresentare la sommatoria di tutti i sensi dell'uomo. L'Horus *udjet* lo si trova spessissimo nella iconografia e compare altresì sovente come elemento introduttivo nelle scritture geroglifiche³⁴. L'occhio di Horus, rigenerato e ridato alla luce, sebbene si tratti di quello sinistro, a seconda del come venga rappresentato nella iconografia assume, secondo alcuni studiosi dell'esoterismo egizio³⁵, dei particolari significati simbolici. L'occhio destro rappresenta gli eventi ed i fenomeni concreti, direi l'aspetto pragmatico delle cose od anche il



Trattasi di parte di un problema inerente figure geometriche emergente dal Rhind Papyrus - fonte: schools/ramona/teachers by Denise Carlton.

Façon d'opérer :

Compte avec 4 - calcule le quart, à savoir 1. Total 5 ; divise 15 par 5 - le resultat est 3 - multiplie 3 x 4, le resultat est 12.

Il problema posto da questo esercizio è un'equazione di 1° grado e si sviluppa come segue :

$x + \frac{1}{4}x = 15$; $5x/4 = 15$; $x = 60/5 = 12$. Il valore da cercare è 12 di cui la quarta parte è 3 ($12 + 12/4 = 15$). Equazioni di 1° grado si rilevano nei problemi 24-34 del Papyrus Rhind e nel problema 6 del Papiro di Mosca. Ma sia il Papiro di Berlino 6619 che il Papiro di Kahun trattano addirittura calcoli di equazioni di secondo grado. Nel Papiro di Berlino si ha: come dividere 100 in due parti affinché la radice quadrata dell'una sia i tre quarti di quella dell'altra. $x^2 + y^2 = 100$ dentro questa equazione $y = \frac{3}{4}x$

ossia $x^2 + 9/16 x^2 = 100$. La soluzione dello scriba è rigorosamente esatta. Egli parte da 1 ($= x$) ed in conseguenza $3/4$ per l'altro. Eleva questi valori al quadrato ed addiziona il risultato come segue:

mondo sensibile ed è controllato dalla parte destra del cervello. Realizza queste particolari sensazioni tangibili per il tramite delle parole, lettere e numeri aventi per oggetto tutte quelle cose che possono essere descritte nel concreto per sensazioni. Ha contatti con il mondo in termini di idee osservate dal punto di vista *al maschile*. L'occhio sinistro al contrario rappresenta l'astrattezza, il mondo extra-sensibile, reperisce tutte quelle informazioni scaturenti dall'estetica ed è controllato dalla parte sinistra del cervello. Estrinseca la propria conoscenza nel campo dell'esoterismo ed è responsabile delle intuizioni, del *feeling*. Ha contatti con il mondo visto dal punto di vista *al femminile*.

Gli egizi ebbero una discreta conoscenza del calcolo algebrico. Si trascrive qui di seguito la traduzione (in francese di T. Obenga, opera *ibid.* pag. 367) del Papyrus Rhind, problema 26³⁶:

Un nombre (inconnu) dont la quatrième partie lorsqu'on le lui ajoute devient 15. Quel est ce nombre?

$$1 \cdot \frac{1}{2} + 1/16 = 1 \cdot 9/16$$

estrae la radice quadrata del totale, cioè $1.1/4$, procede poi all'estrazione della radice quadrata di $100 = 10$ numero che rappresenta:

$$1 \cdot \frac{1}{4} \times 8.$$

Egli sa che il numero di base deve essere multiplo di 8 per dare la soluzione al problema, cioè 8×1 e pertanto $8 \times \frac{3}{4}$ i.e. 8 e 6, che è il risultato perfettamente esatto³⁷.

I reperti ad oggi rinvenuti dimostrano altresì che gli egizi avevano conoscenze anche nel campo delle progressioni aritmetiche e geometriche. Al riguardo si segnala l'es. 79 del Papiro Rhind per le progressioni geometriche, il 40 ed il 64 per le progressioni aritmetiche, il Papiro di Kahun per le aritmetiche³⁸. Il problema 67 del Papiro Rhind offre un'idea abbastanza chiara del come veniva sviluppata la logica nel calcolo matematico. Il problema si pone in questi termini: un pastore torna dal pascolo con il bestiame formato da 70 vitelli. Il guardiano redarguisce il pastore asserendo che il pastore ha riportato un numero minore di capi di bestiame. Ma il pastore risponde che il numero dei capi consegnatigli per il pascolo corrisponde ai $2/3$ di un $1/3$ del totale di tutto il bestiame dell'allevamento. Per dimostrare la veridicità di quanto asserito il pastore procede come segue: egli moltiplica $70 \times 4 \frac{1}{2}$, cioè $70 (4 \frac{1}{2}) = 70 \times 9/2 = 315$. Questo importo fornisce il numero totale dei capi dell'allevamento. Ora i $2/3$ di 315 corrispondono a 210 ($315 \times 2/3 = 210$). Ma $1/3$ di 315 fa 105 ($315 \times 1/3 = 105$) da cui i $2/3$ di 105 fanno 70, per lo appunto il numero di capi di bestiame portati al pascolo dal pastore. L'insegnamento della matematica si basava fondamentalmente sulle esemplificazioni (nella lingua egiziana antica la parola "esempio" è espressa da *tp*). Il professore onde far suscitare negli allievi interesse per la materia partiva da casi pratici, formulando esempi attinenti alla vita di tutti i giorni, e da questi formulava le regole applicabili per casi analoghi. In sostanza l'insegnamento del calcolo matematico si fondava sulla "logica" che scaturiva dal problema esposto nell'esercizio. Tutto il calcolo matematico nell'antico Egitto si basava su questi principi fondamentali, dalle progressioni geometriche ed aritmetiche, alle quattro operazioni, alle equazioni, alle frazioni ecc. Con l'addizione e la sottrazione ci si trova di fronte ad un sistema additivo (non di posizione). La moltiplicazione era risolta dagli egizi sulla base del procedimento di duplicazione successiva, tecnica che restò in uso a Bisanzio e nel Medioevo in occidente fino all'introduzione dei numeri arabi. Per ciò che concerne la divisione gli egizi procedevano in pratica ad una moltiplicazione inversa ed allorché la divisione dava un resto gli egizi introdussero l'uso delle frazioni. I vari problemi esposti nel Papyrus Rhind trattano moltissimi problemi del calcolo matematico. Così ad esempio il problema 62 illustra il metodo per calcolare il valore di un sacco contenente diversi metalli preziosi (*tp n irt qrt Xr aAw t aSw t*)³⁹. Commento del testo egizio: un sacco contenente lingotti

d'oro, argento e piombo è stato acquistato per 84 lingotti. Si chiede qual'è la quantità di lingotti per ciascun metallo contenuti nel sacco tenendo presente che l'unità di misura dell'oro è uguale a 12 lingotti, dell'argento a 6 e del piombo a 3. Da quanto detto si desume che il numero totale delle unità base di valore dei tre metalli è 21 lingotti ($12 + 6 + 3$). Ora dividendo 84 (il numero totale di lingotti contenuti nel sacco) per 21 (il numero totale in base al valore di ciascun metallo) da 4 da cui si ha: $4 \times 12 = 48$ per l'oro; $4 \times 6 = 24$ per l'argento; $4 \times 3 = 12$ per il piombo e così per un totale di 84 lingotti contenuti nel sacco⁴⁰.

La metrologia egizia risulta estremamente elaborata e precisa. Si riportano qui di seguito alcune principali unità di misura⁴¹:

a) misure di lunghezza

Dba	dito	=	1/28 cubito, 1/4 palmo (1,88 cm.)
Szp	palmo	=	4 dita, 1/7 cubito (7,5 cm.)
mH	cubito	=	7 palmi, 28 dita
xt	pertica	=	100 cubiti, 52,5 metri
jtrw	fiume	=	20.000 cubiti (10,5 km.)

Nel Medio Regno gli egizi misurarono le lunghezze massime del loro paese da Elefantina a Béhédet (l'attuale Tell el-Balamoun alla foce del Delta) pari a 106 iterù (1.108,76 km.) dei quali 86 iterù (899,5 km.) per l'Alto Egitto da Elefantina sul Nilo a Per-Hapy (all'incirca ove sorge l'attuale Cairo) e 20 iterù (209,20 km.) per il Basso Egitto, da Per-Hapy a Béhédet.

b) misure di superficie

mH-tA	centaroura	=	1/100 aroura, 27,35 mq
sTA t	Aroura	=	100 arouras, 2735,29 mq
XA-tA	decaroura	=	10 arouras, 2,76 ha.

c) misure di peso

Snatj	Anello	=	1/12 deben, 7,58 gr.
qdt	Qite	=	1/10 deben, 9,1 gr.
dbn	deben	=	12 anelli, 10 qite

La numerazione egizia è posizionale su base decimale. I numeri cardinali hanno la seguente progressione:

1 wa (copto oua)

2 snw (copto snau)

7 sefekh (copto sashf)

33 Questo pezzo dell'occhio rappresenta il germoglio del chicco di grano.

34 Fonti: E. Otto: *Die Biographischen Inschriften der Ägyptischen Späzeit*, Leiden 1954; Grandet & Mathieu: *Cours d'Égyptien Hiéroglyphique*, Paris 1998, pag. 286 e segg.; K. Sethe: *Die altägyptischen Pyramidentexte*, Leipzig 1908.

35 Cfr. G.I. Gurdjieff (www.sangraal.com).

36 fonte: K. Sethe: *Ägyptische Lesestücke*, ed. 1983 pag. 60.

37 T. Obenga: *op. ibid.*, pag. 369.

38 Per approfondimento sulle progressioni geometriche ed aritmetiche cfr. R.J. Gillings: *Mathematics in the time of Pharaohs*, Cambridge 1972, pagg. 154-165.

39 Traslitterazione secondo il Manuel de codage.

40 Fonte: T. Obenga: *op. ibid.* - pag. 384 e segg.

41 fonte: J.P. Allen: *Middle Egyptian*, Cambridge Un. Press 2000 pag. 101 e seg.

3 khemet (copto shomnt) 8 khemen (copto shmoun)
 4 fdw (copto ftoou) 9 pesedj (copto psis)
 5 djw (copto tou) 10 medjou (copto mete)⁴²
 6 srsu (copto soou)

Gli ordinali hanno la seguente progressione: tpj (il primo – maschile) / tepet (forma femminile), snw/t = secondo/a; xmtnw/t = terzo/a; jfdnw/t = quarto/a ecc. ecc.

Il problema 51 del Papyrus Rhind fornisce il calcolo preciso della superficie di un triangolo con la ben nota formula $S = a \times h / 2$; il problema 50 quello della superficie di un cerchio con una notevole approssimazione tenendo presente, come accennato in altra parte della presente ricerca, il π trovato dagli egizi si discosta di pochissimo (3,1605) dal corretto valore di 3,1415. Il problema 10 del Papyrus Rhind fornisce poi il calcolo della superficie di una semisfera ponendo come valore dato la misura di 4, $\frac{1}{2}$ di diametro. Com'è noto la superficie della sfera è data da $S = 4 \pi R^2$, da cui la superficie della semisfera è pari a $S = 4 \pi R^2 / 2$ che nel caso in esame è 32. Ora lo scriba Ahmose per risolvere il problema procede come segue:

$1/9 \times 9 = 1$;
 $9 - 1 = 8$;
 $8/9 = 2/3 + 1/6 + 1/18$ 1;
 $8 - 8/9 = 8 - (2/3 + 1/6 + 1/18) = 7 + 1/9$;
 $(7 + 1/9) \times (4 + \frac{1}{2}) = 32$ valore della superficie richiesta.
 Dunque:
 $\pi = 32 \times 2 \times 4 / 4(4 + \frac{1}{2})^2$
 $\pi = 256/81 = 3,16049$

numero che gli antichi egizi consideravano trascendente, fantastico, magico. Il problema 41 del Papyrus Rhind tratta la ricerca del volume di un cilindro. Valori forniti: altezza 10, diametro 9. Sottraendo da 9 $1/9$ cioè 1 il resto è 8, lo scriba a questo punto moltiplica 8 x 8 volte pari a 64 e poi moltiplica 64 per dieci volte ottenendo 640 volume del cilindro. Nel caso in esame il volume del cilindro è dato da $\pi R^2 h$, ora calcolando il π con il valore attribuito dagli egizi cioè 3,1605 si ha: $V = \pi R^2 h = \pi D^2/4 \times h$ da cui $V = 3,1605 \times 81/4 \times 10 = 640$ il che significa $S \times h = 64 \times 10 = 640$. Il problema n. 14 del Papiro di Mosca (1850 a.C. ca.) risolve il calcolo del volume di un tronco di piramide applicando la formula: $V = h/3 (a^2 + ab + b^2)$, formula che dà il volume della piramide. Il tronco di piramide è una porzione della piramide compresa tra la base e una sezione parallela alla base. Se il tronco di piramide è regolare, cioè se il piano superiore è perfettamente parallelo al piano di base, le facce laterali risultano essere dei trapezi isosceli uguali tra di loro e l'altezza di uno di questi è l'apotema del tronco. Tenendo presente che il volume di una piramide è uguale alla terza parte del prodotto dell'area di base per l'altezza (cfr. la

formula), il volume del tronco di piramide è uguale alla somma dei volumi di tre piramidi aventi per altezza comune l'altezza del tronco di p. e per base rispettivamente la grande base, la base superiore e la media proporzionale tra le due basi. Il calcolo, abbastanza complesso, è bene ancora una volta rammentare risale a circa 2000 anni prima della matematica greca. Risolvere simili problemi direi *sul campo di battaglia* della concreta realizzazione delle piramidi dimostra ancora una volta l'estrema competenza dei matematici egizi nel campo geometrico. Il problema 14 del Papiro di Mosca (conosciuto anche come Papiro di Golenischeff) è molto importante perché indirettamente dà la dimostrazione che i matematici egizi conoscevano alla perfezione i calcoli per ottenere il volume della piramide, infatti il volume del tronco di piramide, come si è visto, presuppone la conoscenza del volume della piramide⁴³. Si rammenta altresì che il problema 56 del Papyrus Rhind risolve il calcolo dell'angolo d'inclinazione di una piramide ed il problema 58 del medesimo reperto espone in maniera esemplare la prova di calcolo dell'angolo d'inclinazione di una piramide⁴⁴.

4. l'altra matematica

Come accennato in premessa Egitto e Mesopotamia hanno fornito ai posteri oserei dire *l'elisir del calcolo matematico*, del far di conto su base scientifica. La Grecia ha assorbito tutto lo scibile proveniente dall'Oriente Antico, *limando ad unguam* ciò che fecero queste antichissime civiltà. In particolar modo i grandi matematici greci svilupparono e perfezionarono il calcolo matematico nel campo geometrico e della fisica. C'è però da aggiungere un fattore di estrema importanza: gli egizi ed i popoli mesopotamici furono fortemente influenzati dall'arte dei numeri fondata su principi esoterici, trascendenti. Va rammentato che presso queste antichissime popolazioni dell'Oriente Antico l'ars magica, sovente collegata proprio ai numeri, era diffusissima ed era considerata alla stregua di quella che oggi chiameremmo scienza ufficiale. Per ciò che concerne l'Egitto soprattutto uno, tre e sette erano particolarmente significativi ed importanti perché ricchi di religiosità, di magia. Estremamente interessante in tal sede merita dare qualche cenno al Papiro di Leida (peraltro scarsamente conosciuto dai non addetti ai lavori), perché in esso sono fortemente messi in risalto i concetti, fondati sui numeri uno e tre, che sono alla base della visione di dio uno e trino all'un tempo⁴⁵. In esso tra l'altro vi si legge: *Tutti gli dei sono tre, Amun, Ra e Ptah, non vi è un secondo. Egli è in Amun l'invisibile, in Ra la luce, in Ptah il corpo*⁴⁶. L'esegesi di questo scritto può così riassumersi: Tutti gli dei sono tre Amun, Ra e Ptah, non vi è nessun altro dio al di fuori di loro. Egli, cioè Dio, è presente in Amun l'invisibile⁴⁷, cioè l'emanazione

zione di dio nel trascendente, il dio dei Cieli⁴⁸, in Ra nella luce (i.e. il dio dell'immanenza, della realtà ove la luce è l'elemento collante del mondo sensibile), in ultima analisi il dio in Terra. Egli infine è in Ptah il corpo. Ptah è la divinità che plasmò il mondo⁴⁹ ma poiché l'universo è fatto di cose visibili ed invisibili, egli assume la funzione, del tutto particolare, di mediare queste due forze e cioè Amun il dio dei cieli e Ra il dio in terra. Funzione del tutto analoga al concetto cristiano dello Spirito Santo che media il Padre nel regno dei Cieli ed il Figlio sulla terra. È impressionante rilevare la assoluta identità teologica tra la concezione cristiana ed egizia (almeno epoca ammoniana) di Dio, requisito di unicità nella storia delle religioni. Ma il concetto di unità e trinità al tempo stesso della divinità lo si trova anche nel Testo dei Sarcofagi: "Io

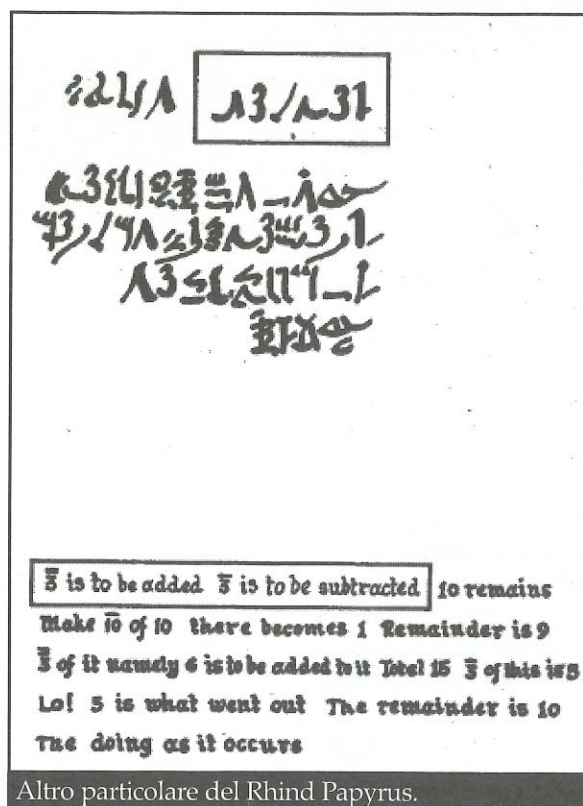
sono "vita", signore degli anni, vivo per sempre, signore dell'Eternità, sono colui che Atum, il maggiore, ha generato con la sua potenza quando ha generato Shu e Tefnut di Heliopolis, quando era Uno, quando divenne Tre"⁵⁰.

Grande influenza esercitò, nel campo dell'esoterismo basato sui numeri, l'Egitto nei confronti dell'ebraismo. Anzitutto sulla Cábala, termine che sta a designare quel complesso di dottrine mistiche ed esoteriche al tempo stesso circa Dio e l'Universo e basandosi su queste, presume d'indovinare il futuro per mezzo di numeri, lettere e sogni. Tra le tante dottrine mistiche ed esoteriche all'un tempo della Cábala si rammenta fra tutte il famoso Libro della creazione (Sefer yesirah) attribuito ad Abramo. Secondo questo scritto il mondo avrebbe origine dalle dieci sefirot (numeri) e dalle 22 lettere dell'alfabeto. Un altro importante aspetto che si ritiene in tal sede opportuno segnalare, anch'esso molto verosimilmente per quanto si dirà retaggio dell'Egitto, concerne l'età dei Patriarchi e degli altri importanti personaggi biblici. Le sacre scritture attestano età assolutamente improponibili ammontanti a svariate centinaia di anni. Ma non solo queste, anche gli eventi storici riferentisi a questi personaggi risultano al di

fuori da qualsiasi logica fondata sulla realtà. Secondo il Vecchio Testamento Abramo ha cent'anni quando nasce Isacco, trascorre cent'anni a Canaan e muore all'età di 175 anni. Isacco muore a 180 anni e il figlio di questi Giacobbe a 147, Matusalemme addirittura muore all'età record di 969 anni. Alcuni studiosi ed anche alcuni ebrei ortodossi hanno avanzato l'ipotesi che gli israeliti del primo millennio avanti Cristo considerassero la durata dell'anno notevolmente più breve dei canonici 365 giorni. Tale ipotesi va comunque in linea di massima a priori scartata perché è la stessa Bibbia a contraddirla. Nel Salmo 90, 10 si afferma testualmente: *Gli anni della nostra vita sono settanta, ottanta per i più robusti...* Ciò dimostra, senza appello io credo, che le popolazioni d'Israele ben conoscevano la corretta misurazione dell'anno.

Le antiche civiltà, erano in grado facilmente di osservare il ciclo dei corpi celesti, il cosiddetto orologio stellare, e pertanto rendersi conto che occorrevano i canonici trecentosessantacinque giorni per far tornare i corpi celesti nella stessa posizione dell'anno prima⁵¹. Molto più verosimile e calzante l'ipotesi di valori scaturenti da precisi calcoli matematici. Tutti i famosi personaggi biblici hanno delle età scaturenti dalla somma dei quadrati di numeri interi: Abramo: $175 = 2q + 3q + 4q + 5q + 11q$; Isacco $180 = 6q + 12q$; Giacobbe $147 = 3q + 5q + 7q + 8q$ e così di seguito gli altri personaggi biblici a partire da Adamo in poi. Appare evidente nel merito la fortissima influenza esercitata soprattutto dall'Egitto. È sin troppo noto il valore magico che questa civiltà attribuiva ai numeri ottenuti dall'elevazione di potenze al quadrato. Basti esaminare alcu-

ni incantesimi del Testo dei Sarcofagi per rendersi conto del come la matematica esoterica egizia abbia influenzato le popolazioni d'Israele del primo millennio avanti Cristo. Gli scribi egizi nel 2000 a.C. riportavano testualmente quanto segue: *Se qualcuno impara questo incantesimo* (incantesimo 170 - n.d.r.) *vivrà per cento e dieci anni, dei quali gli ultimi dieci saranno senza debolezze ed impurità, senza trasgressioni o menzo-*



42 La parola greca *metron* che significa misurare e da questa il metro, l'unità di misura di lunghezza su base decimale, con sufficiente probabilità deriva dalla parola copta *mete* a sua volta, come visto, derivata dalla egizia *medjou*.

43 Fonte: J. Vercoutter: *Mathématiques et Astronomie* (in vol. I dell'Histoire générale des sciences, Paris, 1957).

44 Per un esame dettagliato vedasi T. Obenga, *op. ibid.* da pag. 417 a 426.

45 Il Papiro di Leida (chiamato altresì *Il Grande Inno ad Amun-Ra*), scritto in ieratico, fu rinvenuto intorno alla metà dell'ottocento. Esso risale al 1238 a.C. (epoca rameside) ed è attualmente conservato al Rijksmuseum di Leida.

46 Traduzione: J.P. Allen, *op. ibid.* pag. 183.

47 *Imn* in egiziano antico è verbo trilittero che significa "nascondere" e da questo verbo deriva l'aggettivo nisbe "*imnetj*" con significato di ciò che sta a ovest, i.e. occi-

dente. È noto che l'ovest era per gli egizi il regno dei morti, della trascendenza (le tombe infatti erano generalmente collocate sulla riva sinistra del Nilo a ovest).

48 Nell'epoca in cui fu forte il culto del dio tebano Amun (dal Nuovo Regno in poi) si era ormai radicata l'idea *de facto* di un unico dio, una specie di demiurgo platonico, che estrinsecava le sue funzioni taumaturgiche e divine per il tramite di tutta quella complessa serie di *sfaccettature* rappresentate dal Pantheon, sovente sotto forma di sincretismo tra le varie divinità (Amun-Ra, Ra-Harakhtj ecc.).

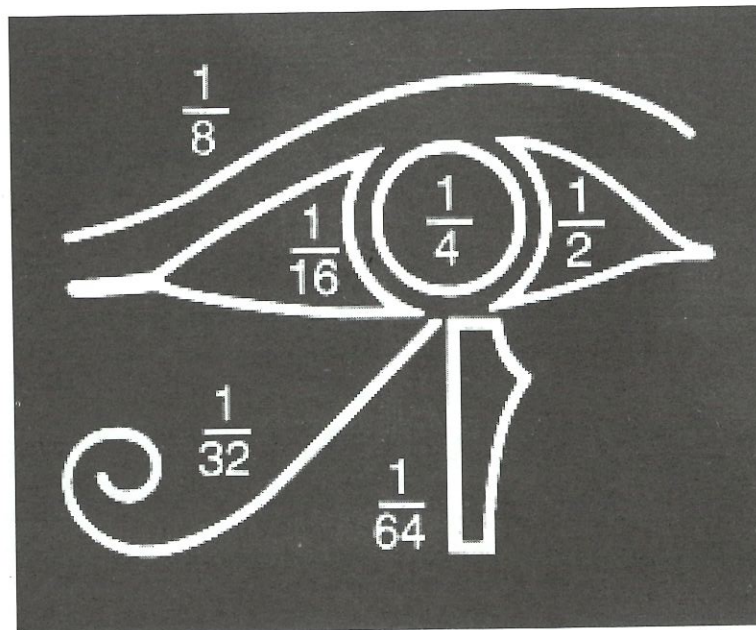
49 In precedenza l'Universo era in uno stato primordiale di Chaos che gli egizi chiamarono nuun (acque primordiali) e che esisteva ab eterno. Quindi plasmazione non creazione. Evidente l'influenza esercitata sul concetto platonico esposto nel Timeo del demiurgo, forza aggregante di quel sostrato primordiale ed informe chiamato *chōra*.

50 Adriaan de Buck: *The Egyptian Coffin Texts*, Chicago 1935.

51 Altri studiosi ipotizzano che l'anno biblico potrebbe essere stato volutamente allungato, da coloro che redassero le Sacre Scritture, per l'esigenza di far collimare (risalendo le varie generazioni) la fatidica data della creazione del mondo (3760 a.C.) con la venuta al mondo di Adamo ed Eva. Una verifica in proposito risulta però impossibile sul piano storico.

gne, e alla fine consumerà i suoi pasti a fianco del dio generoso (Osiride) ogni giorno (Coffin Texts 228). Ora l'età media degli egizi di 3-4mila anni orsono pare si aggirasse intorno ai trent'anni e pertanto arrivare al secolo di vita era evento del tutto eccezionale, come lo è d'altronde anche oggi. Fatte queste debite premesse si esamini il caso di Giuseppe figlio di Giacobbe: $110 = 2q + 3q + 4q + 9q$. L'età di Giuseppe (110) corrisponde, mercé le elevazioni a potenza di 2, 3, 4 e 9, al fatidico, ideale, direi sublime, numero riportato nell'incantesimo 170. Età che ciascun

egizio poteva raggiungere se portava a compimento la formula magica tassativamente contenuta in questo incantesimo⁵². Quindi mito e calcolo matematico collimano perfettamente rendendosi così credibile l'ipotesi formulata dal Feather circa la età dei personaggi biblici basata sul calcolo matematico di numeri interi elevati al quadrato. In sostanza i valori scaturenti dall'elevazione a potenza facevano infatti assumere ai personaggi ed alla storia stessa contenuta nelle Sacre Scritture, un valore soprannaturale, magico.



Rappresenta l'Occhio di Horus indicante per ciascun pezzo dello stesso il rispettivo valore espresso in frazioni (fonte Università di Pisa - dip. di Egittologia).

5. conclusioni

Ma al di là dell'esoterismo ancor oggi non del tutto sopito neppure presso i paesi più evoluti, si può affermare senza sterile retorica che queste due antichissime civiltà del vicino oriente sono state la culla di tutte le civiltà che hanno dato vita all'occidente e per questo io credo ciascuno di noi dovrebbe serbare un debito morale di "riconoscenza" verso di esse. Un'ultima considerazione si rende doveroso formulare: è grazie all'archeologia sviluppatasi nell'ottocento e novecento che noi siamo venuti a

conoscenza del grande livello di civiltà raggiunto da queste antichissime civiltà. Prima di allora nulla, dico nulla si sapeva, le uniche fonti erano infatti soltanto le Sacre Scritture e qualche storico dell'antichità classica, ben poca cosa, sotto l'aspetto prettamente scientifico. Grazie alla stele di Rosetta, agli archivi di Ninive, Lagash, al Papyrus Rhind ed ai tanti altri reperti rinvenuti negli ultimi due secoli, il mondo d'oggi è in grado di valutare la grandezza di queste civiltà e pertanto ben comprendere il perché i greci si dissero figli di queste.

⁵² Fonti sull'età dei personaggi biblici: R. Feather: *The Copper Scroll Decoded*, 1999; H. Kees: *Göttinger Totenbuchstudien*, Berlino 1954.

Lavori consultati

- James P. Allen : *Middle Egyptian*, Cambridge University Press 2000;
 Adriaan de Buck: *The Egyptian Coffin Texts*, Chicago 1935;
 L. Delaporte: *La Mésopotamie, les civilisations babylonienne et assyrienne*, Paris 1923 ;
 E. Di Renzo: *Le frazioni egiziane*;
 R. Feather: *The Copper Scroll Decoded*, 1999;
 A. Follieri: *La nuova razionalità*;
 Richard J. Gillings : *Mathematics in the time of Pharaohs*, Cambridge 1972;
 E. Giusti: *La natura degli oggetti matematici*, Torino 1999;
 H. Kees: *Göttinger Totenbuchstudien*, Berlino 1954;
 Mario Liverani: *Antico Oriente*, Bari 1991;
 Federigo Melis: *Storia della Ragioneria*, Bologna 1950;
 F. A. Mella: *Dai Sumeri a Babele*, Milano 1986;
 A. Moret: *Le Nil et la civilisation égyptienne*, Paris 1926 ;
 Otto Neugebauer : *Sumerian Area measure and the alleged decimal substratum*, ed. 1952 – 27 n.14;
 J.J. O'Connor & E.F. Robertson: *An overview of Babylonian mathematics*;
 Joan Oates: *Babilonia*, Roma 1984;
 Théophile Obenga: *La philosophie Africaine de la période Pharaonique*, L'Harmattan – Paris 1990,
 E. Otto : *Die Biographischen Inschriften der Ägyptischen Späzeit*, Leiden 1954;
 Giovanni Pettinato : *Babilonia. Centro dell'Universo*, Milano 1988;
 Salvatore Poma: *Antichi Sumeri*;
 Kurt Sethe: *Ägypte Lesestücke. Textes des mittleren Reiches*, Hildesheim 1983 e *Die altägyptischen Pyramidentexte*, Leipzig 1908;;
 Jean Vercouter: *Mathématiques et Astronomie*, dal tomo I dell'Histoire générale des sciences – Paris 1957.