

Un regolo calcolatore babilonese

È descritto qui di seguito un regolo logaritmico circolare babilonese funzionante secondo il sistema di numerazione sessagesimale e composto con cifre cuneiformi.

L'ho presentato come un antico reperto "dimenticato nella stiva di una nave che trasportava materiali di una spedizione archeologica in viaggio da Latakia a Venezia negli anni Venti" e trovato per caso nella cantina di un mio cugino.

L'ambientazione della storia è realistico. Mio prozio, un ufficiale di Marina e in seguito ammiraglio, dirigeva una compagnia di navigazione che lavorava su quella linea e comandava la nave di proprietà. La storia può dunque reggere a un'eventuale verifica.

La dichiarata scoperta troverebbe conferma in un vecchio album di fotografie appartenente ai miei cugini, diretti eredi di mio prozio, e nell'avvallo dato da un alto esponente dell'Unione Matematica Italiana.

Il reperto testimonierebbe che i Babilonesi avevano le conoscenze teoriche e le capacità tecniche per inventare e produrre un regolo logaritmico due millenni prima che tale strumento fosse "re-inventato" in Occidente da William Oughtred.

In effetti i Babilonesi concepirono embrionalmente il concetto di logaritmo nell'ambito di calcoli di interessi, ma non ne diedero una definizione teorica né dettero applicazione pratica a tale conoscenza. Tuttavia il passo avrebbero potuto farlo, così come i Romani avrebbero potuto inventare il timone dritto di poppa e quindi navi in grado di bordeggiare controvento, prezioso accessorio giunto invece un millennio più tardi dalla Cina.

Il reperto, l'album di fotografie e la lettera sono falsi da me preparati al fine di dare consistenza alla storia.

Ci si può ora chiedere perché mi sia preso la briga di organizzare un simile "imbroglio".

Primo, da progettista di regoli calcolatori, per il piacere di progettare uno strumento logaritmico in un sistema di numerazione non decimale.

Secondo, per seguire il percorso applicativo di conoscenze in possesso dei Babilonesi giungendo alla costruzione di un manufatto che con qualche sforzo di immaginazione e studio gli stessi babilonesi avrebbero potuto realizzare.

Terzo, per prendere scherzosamente in giro con una "bufala" ben costruita i cultori di fanta-archeologia, quelli che credono che gli Egizi o i Maya furono visitati e istruiti da alieni.

Ciò nello spirito del CICAP – Comitato Italiano di Controllo delle Affermazioni sulle Pseudoscienze – i cui scopi condivido pienamente e alle cui attività ho partecipato fin dalla sua fondazione, seppure a tratti.

In altri termini, ho dato un esempio di come si possano far passare per vere storie inventate, se opportunamente costruite e corredate di "prove".

La speranza è che questo scritto, da intendere quale racconto di fanta-archeotecnologia, pur basato su solidi presupposti per gli aspetti matematici e tecnici, possa divertire e far sorridere amanti e cultori della matematica. E... possa far meditare gli appassionati di misteri e presunte tecnologie anacronistiche.

Cesare Baj

UNIONE MATEMATICA ITALIANA

Egregio Direttore
"Bollettino di Storia
delle Scienze Matematiche"
Istituti Editoriali
e Poligrafici Internazionali
Pisa

Bologna, 2 marzo 2016

Caro Enrico

con la presente ti trasmetto una comunicazione relativa a un fatto straordinario e di indubbia importanza per la storia della matematica, di cui sono recentemente venuto a conoscenza per pura fortuna.

Il testo è scritto sotto forma di articolo, già pronto per la pubblicazione sul Bollettino", ed è corredato da una breve relazione di un certo Cesare Baj, un "matematico dilettante" di Cernobbio a cui va buona parte del merito di questa scoperta.

Il Baj ci ha trasmesso la relazione e il materiale, che appartiene a un suo cugino, il quale molto cortesemente ha acconsentito a lasciarlo prima a lui poi a noi per qualche mese, a scopo di studio.

Baj è un vero appassionato. Una trentina di anni fa aveva fondato la rivista di scienza per ragazzi che si chiamava "Newton". Tra i miei studenti dell'ultimo decennio parecchi, da giovanissimi, si erano appassionati alla matematica leggendo quella rivista. Probabilmente anche tra i tuoi. Come molte altre cose utili in Italia... è durata poco.

Suo cugino è un'amabilissima persona; ho la sensazione che potrebbe finire per donarci il materiale che ha trovato. Il che sarebbe proprio una bella cosa.

Mi vengono i brividi se penso che gli oggetti descritti potrebbero essere stati trovati da gente incolta o finire nelle mani di un robivecchio, del conservatore di un museucolo locale o di un anonimo ebayer.

Ma ora non voglio farti perdere tempo. Leggi e dimmi se questo non è un bel colpo.

A presto, tuo

Marie



UMI
Piazza di Porta
San Donato 5
40126 Bologna (Italy)

mail
umi@dm.unibo.it

telefono
+39 051 243190

fax
+39 051 4214169

I logaritmi dei Babilonesi

Un recente ritrovamento getta una nuova luce sulle conoscenze matematiche dei popoli mesopotamici

Nell'ottobre 2005 è emerso in Italia settentrionale un reperto che ci induce a rivedere alcune delle conoscenze che abbiamo dei Babilonesi. Si tratta di due pezzi in terracotta recanti segni e scritte che, a un esame approfondito, si sono rivelati essere il più antico regolo calcolatore logaritmico nella storia dell'umanità.

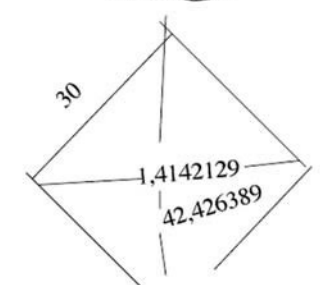
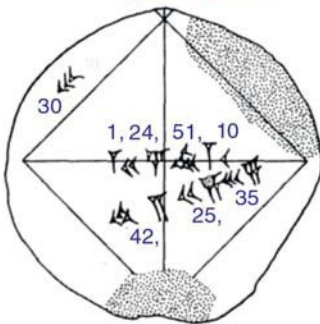
Fino a oggi si riteneva che i logaritmi fossero stati scoperti nel 1614 da John Napier (1550-1617) e che il primo regolo calcolatore fosse stato inventato da William Oughtred (1575-1660), evoluzione delle precedenti scale logaritmiche preparate intorno al 1620 da Edmund Gunter (1581-1626), dette appunto "Scale di Gunter". Per quanto se ne sapeva fino a ora, i logaritmi e il regolo logaritmico erano dunque una produzione tutta merito dei matematici inglesi del XVII secolo.

Dobbiamo invece ricrederci.

Che la matematica dei Sumeri, dei Babilonesi e degli altri popoli che si sono succeduti tra il Tigri e l'Eufrate fosse evoluta è noto. Quattro millenni orsono quei popoli sapevano eseguire le quattro operazioni fondamentali, le operazioni di elevamento a potenza e di estrazione di radice, conoscevano la formula risolutiva delle equazioni di secondo grado (pur considerando la sola radice positiva), conoscevano le terne pitagoriche, come è bene illustrato nella celebre tavoletta nota come "Plimpton 322", ed erano capaci di calcolare il valore della radice di 2 in modo quasi esatto, come risulta dall'altrettanto celebre tavoletta YBC 7289.

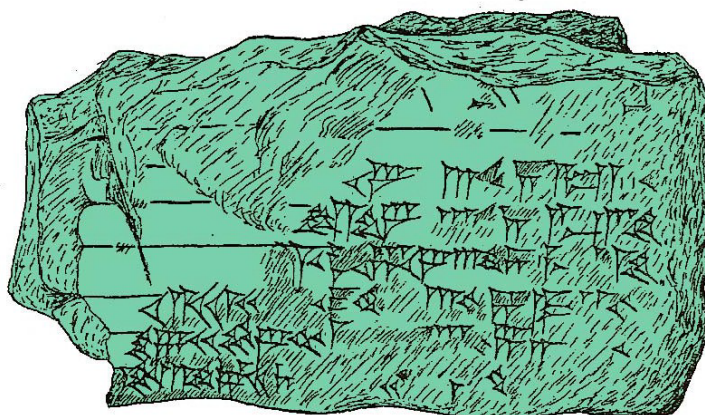
Potevano inoltre risolvere una grande varietà di problemi aventi a che fare con aree e volumi e i principali problemi che oggi chiameremmo di matematica finanziaria e di estimo, come è richiesto in un'evoluta società urbana, agricola e commerciale.

In particolare si deve notare che i matematici di Babilonia sapevano calcolare potenze dei numeri. Ciò si desume per esempio dalla tavoletta *Ist. O 3816*, descritta inizialmente da H. de Genouillac e analizzata in seguito approfonditamente da O. Neugebauer. Essa presenta una tavola di potenze, dalla seconda in su, del numero sessagesimale 3;45 (corrispondente a 225 in notazione decimale).



$$30 \times 1,4142129 \approx 42,426389$$

Sopra, la tavoletta YBC 7289, nella quale è evidenziato il valore del rapporto tra la diagonale e il lato di un quadrato, pari alla radice quadrata di 2, in cifre sessagesimali (in blu) e in cifre del sistema decimale (sotto). Esso è di pochissimo differente dal valore esatto, pari a 1,4142135.



Riproduzione a disegno della tavoletta O 3816, descritta da O. Neugebauer, che mostra la funzione esponenziale x^n per $n = 2, 3, 4, 5, 6, \dots$ del numero 3;45 (corrispondente a 225).



Tavoletta MLC 2078, della Yale Babylonian Collection.
La parte più bassa mostra i logaritmi in base 2 dei numeri 2, 4, 8, 16, 32 e 64. La parte superiore mostra invece gli antilogaritmi in base 16 dei numeri $1/4$, $1/2$, $3/4$ e 1.

Ma la testimonianza più precisa delle conoscenze dei matematici babilonesi in questo settore è fornita dalla tavoletta MLC 2078, descritta sempre da O. Neugebauer in *Mathematical Cuneiform Texts* (New Haven, 1945), oggi facente parte della Yale Babylonian Collection.

Essa presenta tavole che consentono di rispondere alla domanda: a che potenza n si deve elevare un numero a per ottenere un numero dato x ? In termini moderni ciò significa determinare il logaritmo in base a del numero dato x .

Tutto ciò dimostra inequivocabilmente che i Babilonesi non solo possedevano gli strumenti teorici per affrontare il tema dei logaritmi, ma che usavano effettivamente logaritmi di numeri, anche se non hanno mai definito una precisa base avente valore universale, come avverrà per il numero e , ad opera di Nepero, e per il numero 10, ad opera di Briggs, molti secoli più tardi.

Come giunsero i Babilonesi al concetto di logaritmo? Pare di poter escludere che vi siano giunti per via teorica, nell'ambito di ricerche di matematica pura. Vi sono probabilmente giunti invece attraverso

pratiche di calcolo nell'ambito di quella branca della matematica applicata che è la matematica finanziaria, disciplina di rilievo in una civiltà urbana.

Dover calcolare gli interessi composti di un prestito o il rendimento di un capitale con il passare del tempo porta inevitabilmente, seppure inconsapevolmente, a lavorare con i logaritmi e a preparare tavole che sono tavole di logaritmi.

È inutile sottolineare come la corretta risoluzione di problemi legati al prestito, agli interessi, al capitale sia di fondamentale importanza in una società evoluta, come era quella babilonese, e come questa necessità abbia di conseguenza potuto stimolare l'elaborazione di opportuni e adeguati strumenti di calcolo.

Noto il concetto di logaritmo ed elaborate rudimentali tavole di logaritmi di serie di numeri, in una qualsiasi base, il passaggio a una loro rappresentazione grafica e poi alla loro rappresentazione su due scale in grado di muoversi una relativamente all'altra è solo questione di tempo. Gli inglesi compirono questo passaggio nel "lampo" di meno di tre lustri (logaritmi di Napier nel 1614, logaritmi in base decimale di Briggs nel 1617, scala di Gunter nel 1620, regolo calcolatore rettilineo di Oughtred nel 1627, regolo circolare immediatamente dopo).

Non è inverosimile, dunque, che i Babilonesi abbiano potuto compiere lo stesso percorso concettuale e progettuale nei molti secoli in cui le loro conoscenze matematiche si sono evolute.

Noti i concetti di base, il percorso sopra descritto richiede, infatti, solo un po' di voglia di "giocare" con i numeri, cosa che certamente non difettava ai popoli della Mesopotamia. Dato il loro livello di conoscenze matematiche, c'è anzi da meravigliarsi che l'uso dei logaritmi non sia emerso in modo più evidente.

Ci chiediamo, infatti, come si spieghi il ritrovamento di questo unico manufatto, che non ha riscontro in altri reperti dell'epoca. Esso dimostra una padronanza talmente completa dei logaritmi da presupporre un uso diffuso degli stessi.

Di fronte a un tale strumento saremmo portati a immaginare un esteso retroterra di pratica di calcolo logaritmico e un altrettanto estesa produzione di tavole logaritmiche. Tuttavia tra le migliaia di tavolette ritrovate fino a oggi, moltissime delle quali riportano tavole di moltiplicazione, tavole di inversi di numeri, tavole dei valori di frazioni, tavole di potenze e di radici e altre, solo pochissime recano in modo evidente i logaritmi di numeri e solo nell'ambito della risoluzione di problemi molto specifici.

L'evidente realtà è che i Babilonesi non usavano comunemente i logaritmi. L'applicazione dei logaritmi nello strumento recentemente ritrovato non è dunque stata figlia ed evoluzione di una metodologia di calcolo logaritmico, come lo sarà dopo millenni, nel XVII secolo, ma una geniale, forse casuale invenzione di carattere empirico, fatta a partire da un tentativo di risoluzione grafica di problemi riguardanti le potenze di numeri. Un'invenzione probabilmente sviluppata in un ambiente "dotto", che oggi chiameremmo di ricercatori teorici, e mai diffusosi nella società per la risoluzione di problemi pratici.

Ci si può però lecitamente chiedere perché un'invenzione rivoluzionaria come il regolo logaritmico non sia "dilagata" nella società civile e in quella delle professioni. Per rendere ragione di questa mancata evoluzione possiamo solo immaginare che la formidabile potenza di calcolo assicurata dall'impiego dei logaritmi abbia fatto di questo metodo matematico uno strumento volutamente coperto da segreto, a disposizione di una ristrettissima élite, che si sarebbe servita di quella scoperta, una vera "arma del pensiero", per impieghi militari o di sicurezza. Un segreto celato ai più, non meno di quelli, nel mondo contemporaneo, della macchina "Enigma" o dei giganteschi numeri primi che sono alla base dei sistemi di crittografia usati dai servizi segreti e dalle banche.

Quale che sia la ragione della sua produzione originaria, possiamo affermare senza timore di essere smentiti che lo strumento giunto nelle nostre mani è un reperto di estrema rarità, per ora unico, di grande significato scientifico e storico.

Storia del ritrovamento

Il fortunoso ritrovamento ha una storia lunga e avvincente, come è tipico di molti oggetti di alto valore storico o artistico, una storia che vale la pena di narrare in qualche dettaglio.

Esso si deve alla serietà e correttezza di chi si è materialmente imbattuto nel reperto, che si è sentito in dovere di rendere partecipe del ritrovamento la comunità scientifica, prima di pensare a trarne un vantaggio personale, e alla casualità che la prima persona interpellata per esaminarlo fosse perfettamente preparata a interpretare il significato dell'oggetto.

Questa persona è Cesare Baj, residente a Cernobbio, in provincia di Como. Divulgatore della scienza, Baj ha scritto libri e ha diretto riviste del settore. Proprio per questo motivo è stato chiamato ad esaminare il materiale che i suoi cugini secondi hanno ritrovato in una cantina, in una casa di montagna. Ma andiamo per gradi.

Prozio di Baj, per la precisione fratello di sua nonna materna – "Zio Pin", come era chiamato in famiglia – da ufficiale di Marina aveva fatto una brillante carriera durante la prima guerra mondiale. Nella seconda guerra mondiale, ormai ammiraglio, svolgerà poi la funzione di comandante della flotta italiana e ministro plenipotenziario per l'Estremo Oriente.

Ma seguiamo ora "Zio Pin" ancora nel fiore degli anni, al termine della prima guerra mondiale. Momentaneamente congedato, mette in piedi con alcuni soci una piccola compagnia di navigazione, proprietaria di una sola nave. Si tratta di una nave con un nome olandese, ma tedesca, la *Duivendyk*, giunta allo Stato italiano



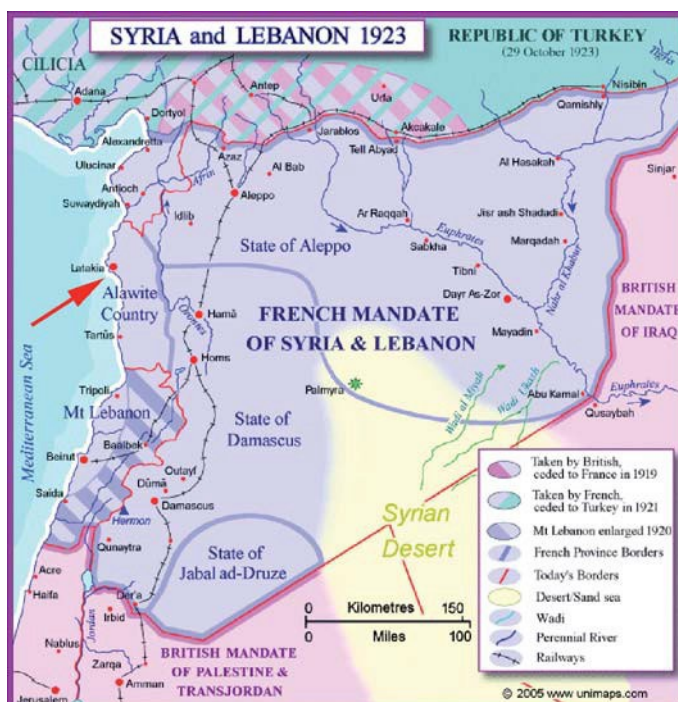
La famiglia della nonna di Cesare Baj, nel 1921. Sono evidenziati "Zio Pin", in divisa da ufficiale della Marina Militare, e sua sorella, nonna di Cesare.

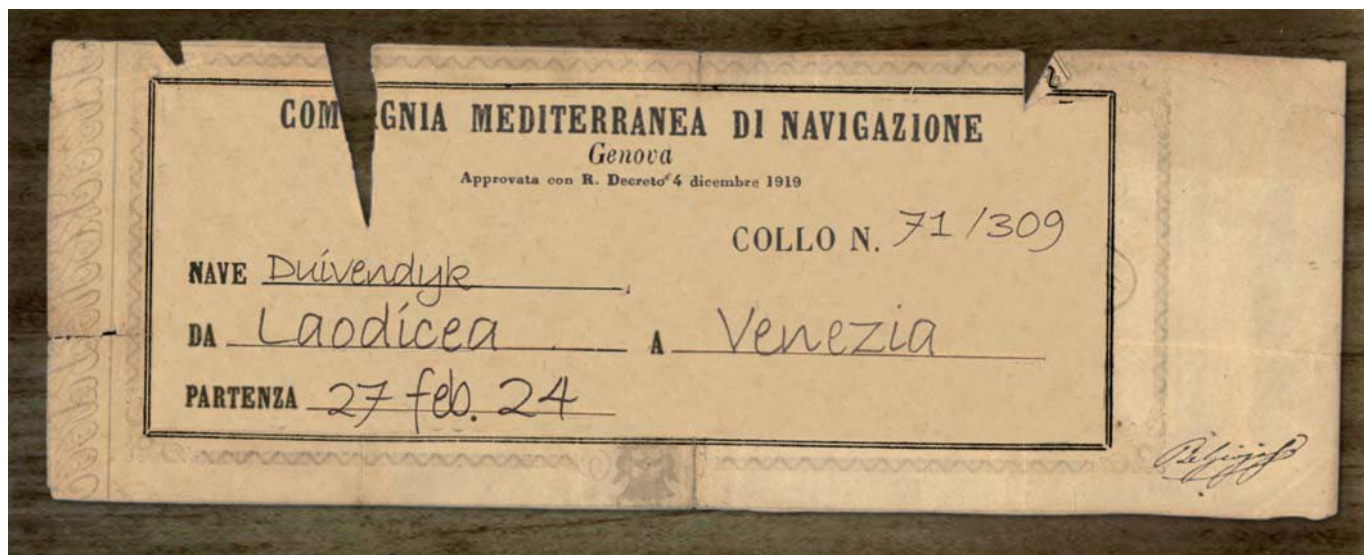
come bottino di guerra e da questo messa all'asta. Dopo l'acquisizione a un prezzo molto conveniente, "Zio Pin" e i suoi soci la usano come nave mista mercantile / passeggeri sulla rotta Trieste-Ancona-Atene-Istambul-Cipro-Beirut.

Questa attività "Zio Pin" la svolge per qualche anno e avrà termine con il richiamo della Marina Militare, che dopo una promozione gli affiderà un nuovo incarico, nell'ambito del riarmo preparatorio della guerra che si prospetta all'orizzonte.

In uno dei viaggi compiuti tra l'Italia e il Libano, nel 1924, "Zio Pin" deve compiere una missione inusuale: uno scalo non previsto a Laodicea (Latakia), in Siria, per raccogliere i membri di una spedizione archeologica francese. Questa sta tornando in patria al termine di una campagna di scavi svoltasi in Siria e durata tre anni. Sulla nave sono caricate più di 300 casse di reperti.

Carta del Vicino Oriente nei primi anni Venti del XX secolo. La freccia indica l'importante città portuale di Laodicea (Latakia), ove venne caricata sulla *Duivendyk* la cassetta contenente i reperti babilonesi.





Etichetta presente sulla cassetta contenente lo strumento mesopotamico. Essa dimostra che essa faceva parte del materiale ritrovato dalla spedizione archeologica francese e imbarcato a Laodicea nel febbraio 1924 sulla *Duivendyk*. (Fotografia scattata nella villa del cugino di Cesare Baj)

In quell'anno Laodicea, come pure la Siria, è governata dai francesi su mandato della Società delle Nazioni, in seguito al disfacimento dell'Impero Ottomano, uscito sconfitto nella prima guerra mondiale dopo la disastrosa alleanza con gli Imperi Centrali.

“Zio Pin” non ha mai parlato della vicenda. L'esistenza della spedizione francese, così come i dettagli dello scalo nel porto siriano, delle casse e altri si deducono da alcune lettere scritte a casa all'epoca dei fatti e dalle fotografie presenti in un album conservato dalla famiglia.

Ma veniamo al ritrovamento vero e proprio. L'ammiraglio Lombardi è deceduto, ultranovantenne, ormai da una ventina d'anni. Nell'estate del 2005 un suo nipote, che vive nella stessa grande villa in cui lo zio, quando non era in servizio, ha sempre abitato con la moglie, trova in fondo a una cantina, tra vecchi mobili e cianfrusaglie di ogni tipo, una cassetta di legno polverosa ma in perfetto stato di conservazione, poco più grande di una cassetta di champagne “da sei”.

All'interno, ben conservati, parzialmente protetti da un imballo di paglia, alcuni manufatti di terracotta. La loro origine mesopotamica apparirebbe evidente anche a un profano, presentando scritte in caratteri cuneiformi.

Due di questi oggetti sono di forma circolare e recano serie di linee disposte secondo un ordine definito.

Il nipote dell'ammiraglio Lombardi è persona di cultura, che comprende subito di trovarsi di fronte a oggetti di interesse archeologico, probabilmente strumenti astronomici o di misura, forse di un qualche valore. Dopo il ritrovamento si ricorda di avere un cugino che ha operato nella divulgazione scientifica ed è così che, a 35 anni dall'ultimo incontro, quando erano poco più che ragazzi, telefona a Cesare Baj. Dopo aver ristabilito una cordiale atmosfera di famiglia lo informa subito del curioso ritrovamento. Gli dice che ha pensato di donare i pezzi a un museo locale, ma che teme che in quel modo possano finire in un'altra cantina per ulteriori decenni. Preferisce che il materiale sia esaminato da una persona competente, che possa valutare l'effettivo significato dei reperti.

Come si è detto, “Zio Pin” non ha mai parlato della cassetta e nessuno immagina perché sia finita in casa sua. Forse è stata dimenticata nella stiva della nave ed è stata ritrovata a distanza di tempo, senza che fosse più possibile riconsegnarla ai proprietari. Forse gli è stata donata. È da escludere un'appropriazione indebita, perché “Zio Pin era persona integerrima”.

Il materiale è stato semplicemente dimenticato in cantina.

Nessuno, in casa, si è mai accorto dell'esistenza della cassetta. Il fatto che essa facesse parte del materiale di quella spedizione si deduce da un'etichetta, recante alcune scritte ben leggibili, incollata sulla stessa cassetta, che si riferiscono in modo inequivocabile a quel viaggio.

Baj, dopo aver esaminato sommariamente il materiale, ha consigliato di interpellare un istituto universitario, per farlo esaminare a un archeologo. Egli, tuttavia, è stato colpito da due pezzi strani, che hanno tutto l'aspetto di strumenti scientifici. Dunque, con il consenso del cugino, attuale proprietario, trattiene temporaneamente quei due pezzi per esaminarli con calma.

Questo è un colpo di fortuna, dato che Baj ha una buona esperienza di costruzione di repliche di antichi strumenti astronomici e di meridiane e in gioventù ha svolto per alcuni anni la professione, ormai fossile, di progettista di strumenti di calcolo analogico e quindi di regoli logaritmici. Ama la storia della matematica e ha una discreta biblioteca privata sul tema.

Non ha dimestichezza con il babilonese, ma rispolvera le opere sulla matematica dei popoli mesopotamici, in particolare l'*Histoire Universelle des chiffres* di Georges Ifrah, *Les Mathématiciens de Babylone* di Roger Caratini e le classiche opere di Neugebauer. In un paio di settimane prende o riprende piena confidenza con il sistema di numerazione sessagesimale e con i sistemi di numerazione via via adottati dai popoli vissuti tra i due grandi fiumi. Ciò gli consente di comprendere la natura di quello strumento, giunto da un lontanissimo passato.

Usando la sua esperienza di progettista, Baj ha anche preparato una replica in cartone funzionante dello strumento, in versione cuneiforme sessagesimale e in versione translitterata nelle nostre consuete cifre indo-arabe.

Presentiamo con piacere la relazione del Baj, qui allegata, sul manufatto. Essa dimostra che il ritrovamento costituisce una vera, grande scoperta: i babilonesi hanno costruito un regolo logaritmico.

Mario Astolfi

Ordinario di Matematica - Università di Bologna
Consigliere - Unione Matematica Italiana

Alle pagine successive, due fogli dell'album di fotografie relativi alla sosta della nave a Laodicea nel febbraio 1924. In un'immagine si vede la nave, in altre il carico delle casse di reperti della spedizione archeologica francese.

(Fotocopie a colori di pagine di un album di fotografie)

Scalo a Lardicea 21-2-24



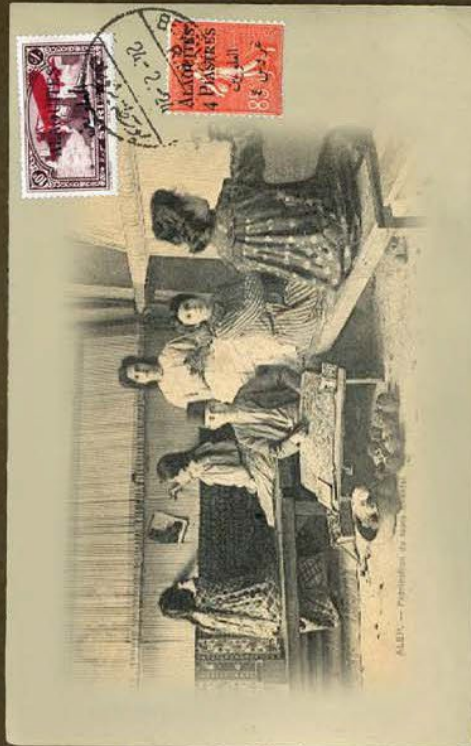
Di fronte all'ufficio
consolare italiano



Scene di
vita quoti-
diana

Scavi

La nostra
nave



Laodicea
21-27 Feb. 24



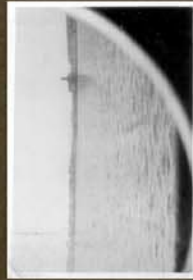
Scene
nelle strade



Componenti della
spedizione



Carico delle casse
della spedizione
archeologica francese



Dalla nave,
alla partenza

Cesare Baj

Breve relazione tecnica
sullo strumento matematico babilonese
recentemente ritrovato

Como, dicembre 2015

Lo strumento si compone di due pezzi di forma discoidale di diverso diametro (il maggiore circa 20 cm) in discreto stato di conservazione, sebbene alcune piccole parti siano rotte o abrase.

Ciascuno dei dischi reca su una faccia linee e scritte in caratteri cuneiformi, tracciate con notevole precisione, superiore a quella che si può riscontrare sulla maggior parte delle tavolette.

Che i due pezzi debbano essere abbinati coassialmente è dimostrato dalla presenza in entrambi di un foro centrale, dalla forma dei dischi e dalla disposizione dei segni.

I due dischi erano probabilmente tenuti assieme da un perno, forse metallico, ma più probabilmente ligneo. In entrambi i casi esso non ha resistito al logorio del tempo. Solo le parti in terracotta, un materiale dalla proverbiale longevità, sono giunte fino a noi.

Alla periferia del disco più grande si trova un abbassamento, una specie di leggera scanalatura, su cui torneremo in seguito.

L'aspetto incredibile e di grande interesse scientifico è rappresentato dalla sequenza di linee disposte radialmente, che si ripetono identiche sui due dischi. La loro disposizione rivela, anche a una prima occhiata, un andamento frutto di un preciso calcolo. Le divisioni, ovvero lo spazio tra una linea e l'altra, hanno ampiezza variabile e crescente (o decrescente se si considera l'altro verso) secondo una progressione definita.

Sempre a una prima occhiata appare immediatamente che la scala è nettamente divisa in due parti, ciascuna delle quali occupa un semicerchio. La scala del primo semicerchio si ripete esattamente nel secondo semicerchio.

Anche senza interpretare i simboli si desume immediatamente dall'andamento delle linee che si tratta di una scala logaritmica a doppio ciclo, ciascuna ampia 180° , corrispondenti alla scala normalmente denominata "A" o "B" di un moderno regolo calcolatore.

I simboli sono interpretabili senza difficoltà come numeri, scritti in caratteri cuneiformi. Essi rappresentano i numeri da 1 a 60 nel primo semicerchio e da 60 a 3600 nel secondo.

La numerazione sessagesimale è quella adottata dai Sumeri, poi dai Babilonesi e in seguito dai popoli che si sono insediati nella regione mesopotamica. Il sistema, basato appunto sul numero 60, ha la decina adottata quale base sussidiaria.

Dunque lo strumento non è altro che un regolo logaritmico per un sistema di numerazione sessagesimale. Esso è esattamente corrispondente a un moderno regolo circolare dotato delle sole scale "dei quadrati" o "1-100", che, essendo progettate per un sistema di numerazione decimale, vanno da 1 a 10 nel primo semicerchio e da 10 a 100 nel secondo.

Lo strumento consente di eseguire moltiplicazioni e divisioni di numeri, con i vantaggi e svantaggi di qualunque regolo. I principali vantaggi sono essenzialmente la rapidità, la versatilità di impiego, la "portabilità", assicurata dalle piccole dimensioni. Gli svantaggi sono il fatto che la precisione nell'impostazione e nella lettura dei dati ha dei limiti, che le letture richiedono uno sforzo di interpolazione e che l'ordine di grandezza dei risultati deve essere correttamente interpretato dall'utilizzatore in funzione dell'ordine di grandezza dei dati. Malgrado questi inconvenienti, in un'infinità di situazioni pratiche, ove non è indispensabile un'elevata precisione, ma ove la rapidità di calcolo è essenziale, un regolo logaritmico costituisce un impagabile strumento a disposizione dell'ingegnere, del geometra, dell'agronomo, del commerciante, dell'operatore finanziario, tutte figure comuni alle antiche civiltà mesopotamiche e alla nostra attuale.

Sono allegate a questa breve relazione due ricostruzioni funzionali dello strumento, una con numeri sessagesimali in notazione cuneiforme, una con trascrizione in notazione "indo-araba". Non è questa la sede per presentare un "libretto di istruzioni" dello strumento. Chiunque abbia un po' di dimestichezza con il calcolo può scoprire come l'impiego del regolo sia semplice.

Esso - per inciso - è anche un ottimo strumento per esercitarsi nel calcolo con numeri del sistema sessagesimale.

Tentiamo ora di datare lo strumento. Oggetti in terracotta recanti caratteri cuneiformi sono stati prodotti per oltre tre millenni, prima in Mesopotamia e in seguito in una vasta area del Medio

Oriente, a testimonianza di quanto quei caratteri fossero utili ed “economici” come sistema di scrittura. Anche nel caso dei numeri si riscontrano strette somiglianze tra la notazione più antica dei Sumeri e le più recenti notazioni accadica, assira e neobabilonese. La rappresentazione di numeri si è tuttavia evoluta in quei tre millenni ed è passata da un sistema sessagesimale additivo a un sistema sessagesimale posizionale a un sistema decimale posizionale.

Lo strumento ritrovato presenta numeri di un sistema sessagesimale strettamente posizionale, quello cosiddetto “dei dotti babilonesi”, ovvero quello usato dagli scienziati per i calcoli astronomici e matematici.

L’indizio utile per una datazione più precisa lo si ha nei due piccoli segni ∇ che indicano lo “zero”, nel suo valore posizionale. Questa notazione è una conquista tarda, compiuta a metà del primo millennio precedente l’era comune. In precedenza lo zero finale non veniva indicato, a volte lasciando uno spazio vuoto, così che ogni numero poteva essere interpretato per quello che era o per quello di un ordine di grandezza superiore. Solo il contesto suggeriva la giusta interpretazione.

Un esempio dell’impiego dello zero attraverso la medesima notazione che ritroviamo sullo strumento lo si ha per esempio nella tavoletta AO 6484, conservata al Louvre (vedi figura a fianco), sulla quale è rappresentato, alla riga 14, il numero 1;0;0;16;40 (corrispondente a 12.961.000).

Dunque è verosimile, anzi pressoché certo, che il regolo ritrovato risalga all’epoca che gli storici definiscono “neobabilonese” o dei Seleucidi.

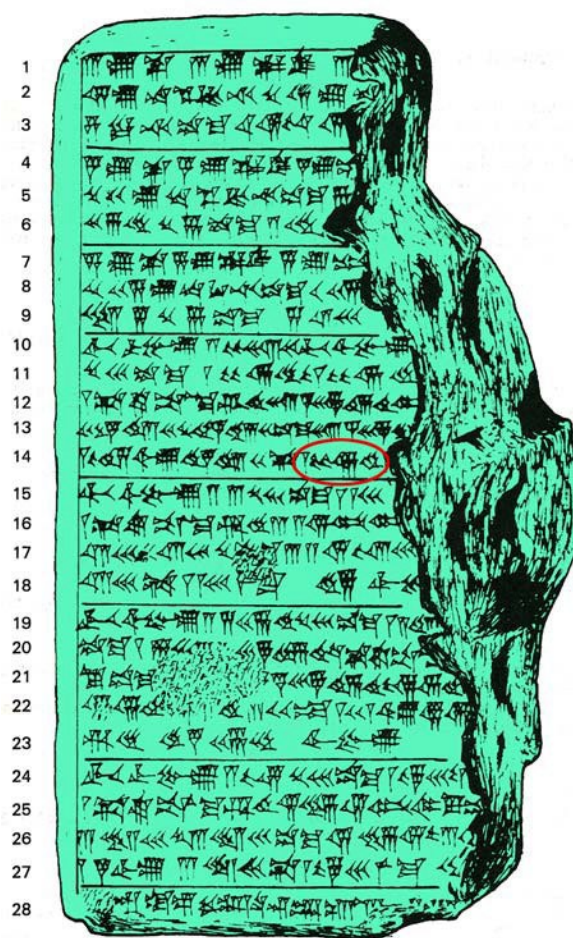
A proposito dell’impiego dello zero, molti studiosi hanno ritenuto per molto tempo che esso venisse indicato solo in posizione mediana, come nel numero della tavoletta del Louvre, e mai in posizione finale. Neugebauer ha infine dimostrato che ciò non è vero e lo dimostra evidenziando, tra l’altro, un numero nella tavoletta BM 32651 conservata al British Museum, che alla linea 11 della 2ª colonna mostra proprio il numero 60 sotto la forma ∇ .






Possiamo dunque affermare che lo strumento trovato porta un’ulteriore inequivocabile dimostrazione dell’impiego dello zero con pieno valore posizionale in epoca neobabilonese.

Esaminiamo ora altre particolarità di questo regolo, che ho potuto rilevare anche grazie a una personale esperienza diretta di progettazione di strumenti di calcolo analogico e di molti regoli logaritmici, ciascuno progettato per una speciale funzione.

Innanzitutto la densità delle divisioni è bassa, ma è proprio quella che ci si può attendere in scale che devono essere realizzate su un disco di argilla del diametro di quello strumento.

La scelta di rappresentare due scale in 360° è certamente frutto della volontà di rappresentare sulla superficie un campo numerico direttamente leggibile piuttosto vasto, anche se ciò va a scapito della precisione, che sarebbe stata massima utilizzando una sola scala in 360°.



								
1	;	0	;	0	;	16	;	40
$1 \times 60^4 + 0 \times 60^3 + 0 \times 60^2 + 16 \times 60^1 + 40$								
$12.960.000 + 0 + 0 + 960 + 40$								
$= 12.961.000$								

Tavoletta AO 6484 trovata a Uruk nel corso di scavi clandestini, ora conservata al Louvre. Risale al III secolo prima dell’era comune. Lo zero è presente due volte nel numero evidenziato che si trova alla riga 14.

La rappresentazione dei numeri è ordinata (tale da rendere molto facilmente ricostruibili le poche parti mancanti o abrase). Per evitare sovrapposizioni alcuni numeri sono spostati in basso o in alto e le corrispondenti linee allungate, un espediente grafico molto moderno.

I due ordini di grandezza sono facilmente identificabili, come si è detto, per la presenza del simbolino dello zero nella scala dell'ordine di grandezza superiore. Inoltre il numero 60 è rappresentato ingrandito, probabilmente per contrassegnare meglio il punto di passaggio all'ordine di grandezza superiore.

La presenza del numero 10 quale base ausiliaria si evidenzia nella rappresentazione delle decine quale sottomultiplo adottato della base 60, che si ripete nella rappresentazione dei numeri tra 60 e 120 (𐎶𐎵 e 𐎶𐎶𐎵; in trascrizione moderna [1 ; 0] e [2 ; 0]). Si noti che il corrispondente intervallo nella scala dell'ordine di grandezza superiore rappresenta invece le sessantine.

Ciò costituisce una differenza tra il regolo ritrovato e un moderno regolo logaritmico. Se il primo fosse realizzato secondo criteri moderni presenterebbe l'intervallo 1-60 non diviso in 6 parti di valore 10, bensì in 10 parti di valore 6 (come è diviso l'intervallo da 600-1200 sul regolo ritrovato). Ovviamente se sul regolo ritrovato fossero indicate sottodivisioni di quelle sessantine, si ripresenterebbe il numero 10 come base ausiliaria, come nell'intervallo 60-120.

Resta da interpretare il significato della scanalatura alla periferia del disco inferiore, quello di diametro maggiore. L'opinione dello scrivente è che si tratti di una guida per un cursore, andato probabilmente perso in quanto di materiale deperibile, come il perno. Come poteva essere fatto questo cursore? Possiamo spaziare con la fantasia, ma cerchiamo di immedesimarci in quel nostro antenato costruttore di strumenti matematici e di ripercorrerne il cammino progettuale.

Il cursore, non potendo essere trasparente, deve consentire la lettura coprendo la minore area possibile dello strumento; deve avere una certa resistenza, per non danneggiarsi; deve determinare il minimo errore di parallasse possibile nella lettura dei dati; deve scorrere in modo dolce e progressivo; deve fissarsi (debolmente) nella posizione in cui è disposto. La soluzione che meglio risponde a queste specifiche di progetto è un telaioetto in legno imperniato al centro, tenuto da una "molletta" che lo comprime lievemente sullo strumento e che fa da frizione nel movimento, dotato di un fascetto di capelli o di una sottile pagliuzza come linea di fede, tenuta in tensione sul telaio, e infine dotato di una slittina in grado di poggiare nella scanalatura del disco inferiore, per garantire stabilità di posizione, altezza costante dalla superficie dello strumento e precisione di lettura dei dati.

Una considerazione aggiuntiva merita il verso delle scale, che è orario, come nei moderni regoli circolari. Il senso orario potrebbe dunque essere in qualche modo "naturale" per gli appartenenti alla nostra specie. È lecito azzardare l'ipotesi che esso sia frutto del millenario condizionamento dato dal verso di rotazione apparente della sfera celeste nell'emisfero boreale, che si riproduce anche nel movimento delle lancette sul quadrante di un orologio.

Inoltre la disposizione delle scale è fatta in modo che la lettura avvenga dal centro del disco verso la periferia, come nei moderni strumenti a quadrante circolare e nei classici regoli calcolatori circolari.

Se mi è concessa una divagazione, mi fa piacere accennare a una caratteristica peculiare dei regoli calcolatori. Si tratta di una tecnologia cosiddetta "dolce" o "soffice", ovvero realizzabile in ogni luogo e in ogni tempo, richiedendo solo materiali largamente presenti in natura o prodotti con tecnologie semplici, oltre ovviamente all'applicazione di una conoscenza.

È curioso che questo antico strumento di terracotta esisterà ancora e sarà idealmente usabile in un tempo futuro in cui tutto il materiale cartaceo, tutto il materiale su pellicola magnetica e gelatina e tutto l'altro materiale che attualmente fa da supporto dell'informazione digitale sarà scomparso da millenni.

In altri termini, se importante non è solo vivere intensamente il proprio tempo, ma anche tramandare ai posteri, i Babilonesi, come gli altri popoli mesopotamici, battono alla grande la sfavillante civiltà tecnologica dei nostri tempi. Tra 10.000, 100.000, un milione di anni i loro segni tracciati nell'umile argilla, e non i terabit di informazione che fluiscono tra gli atomi di silicio dei nostri computer, staranno a raccontare dell'esistenza, in un lontano passato, di una civiltà.

I reperti

L'immagine rappresenta il reperto nello stato in cui si trova ora, dopo che i pezzi sono stati rimossi dalla cassetta in cui si trovavano, puliti e sommariamente assemblati.

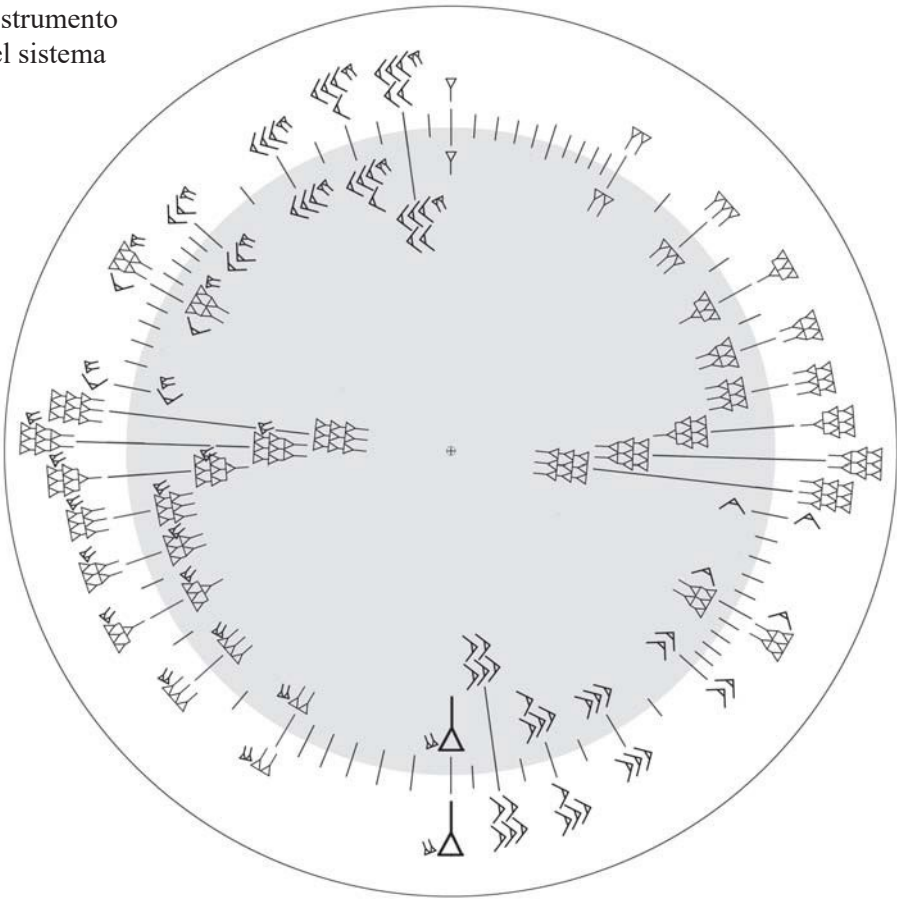
I segni sono stati graficamente evidenziati in questa immagine per renderli meglio riconoscibili.



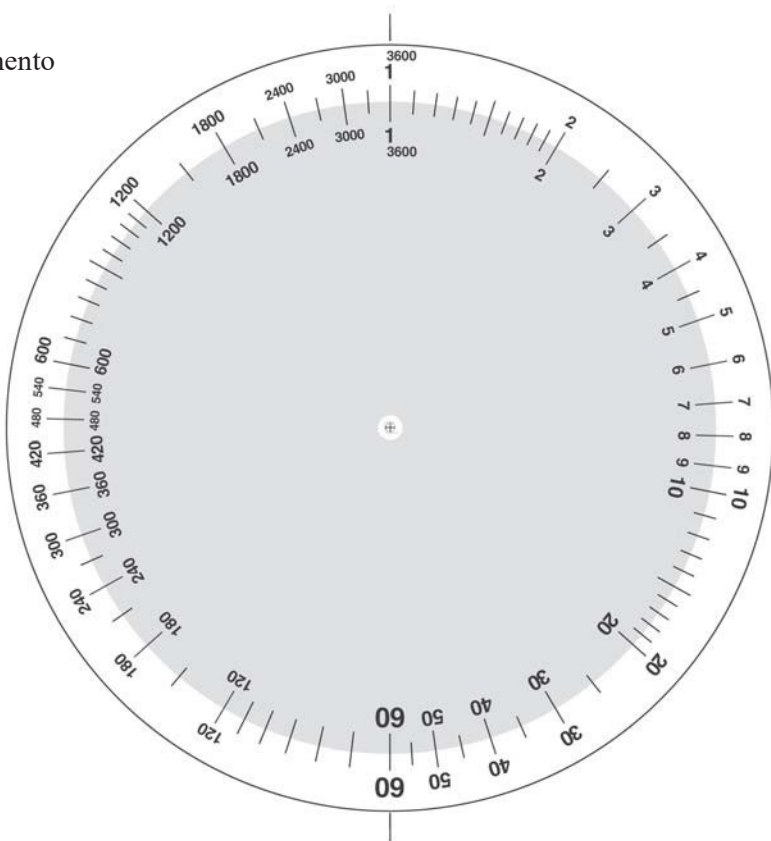
Ricostruzione dello strumento

È presentata qui la ricostruzione dello strumento originale e con le cifre trasposte nel sistema indo-arabo.

Ricostruzione dello strumento
(cifre cuneiformi del sistema
sessagesimale)



Ricostruzione dello strumento
con cifre moderne
del sistema indo-arabo



Copia funzionante dello strumento

Chi desiderasse cimentarsi nell'impiego del regolo può ritagliare i dischi riportati in questa e nelle prossime pagine e assemblarle, per ottenere uno strumento funzionante.

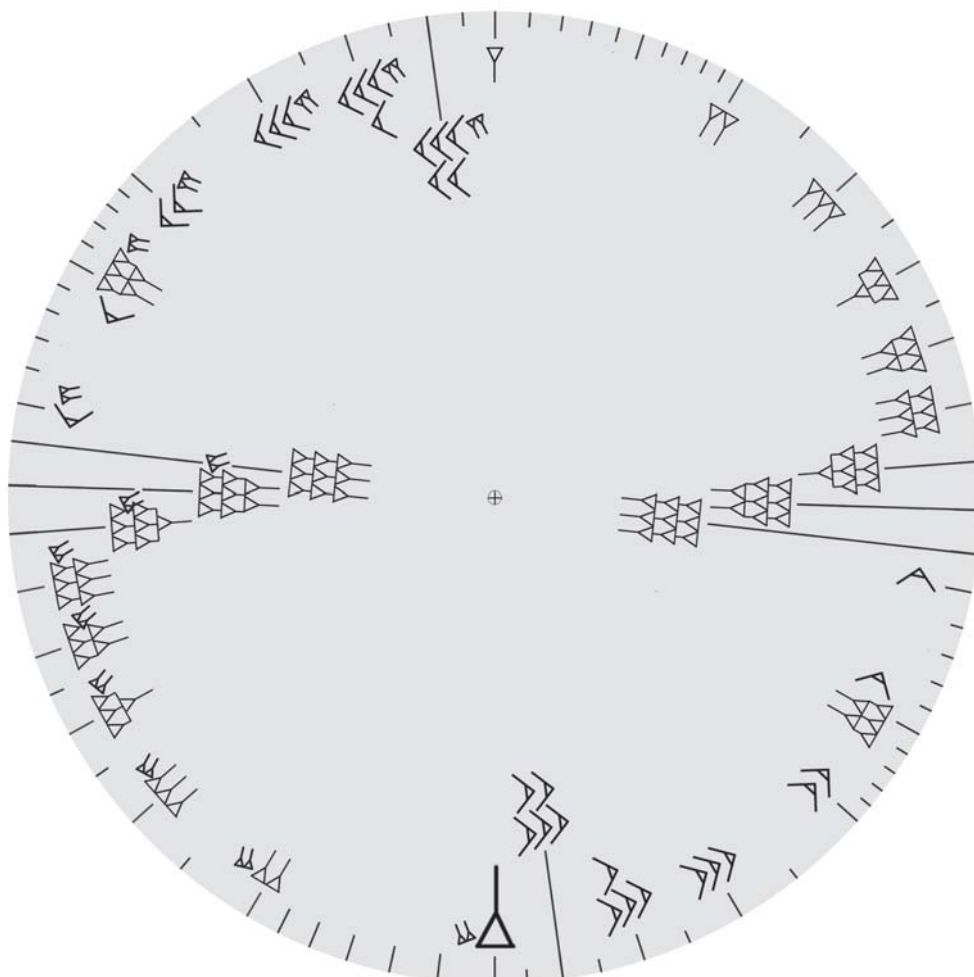
Sono riportati i dischi che riproducono sia il regolo originale sia quello con le cifre trascritte nel sistema decimale.

Nella prima pagina è riportato il disco superiore o interno; nella seconda il disco inferiore o esterno.

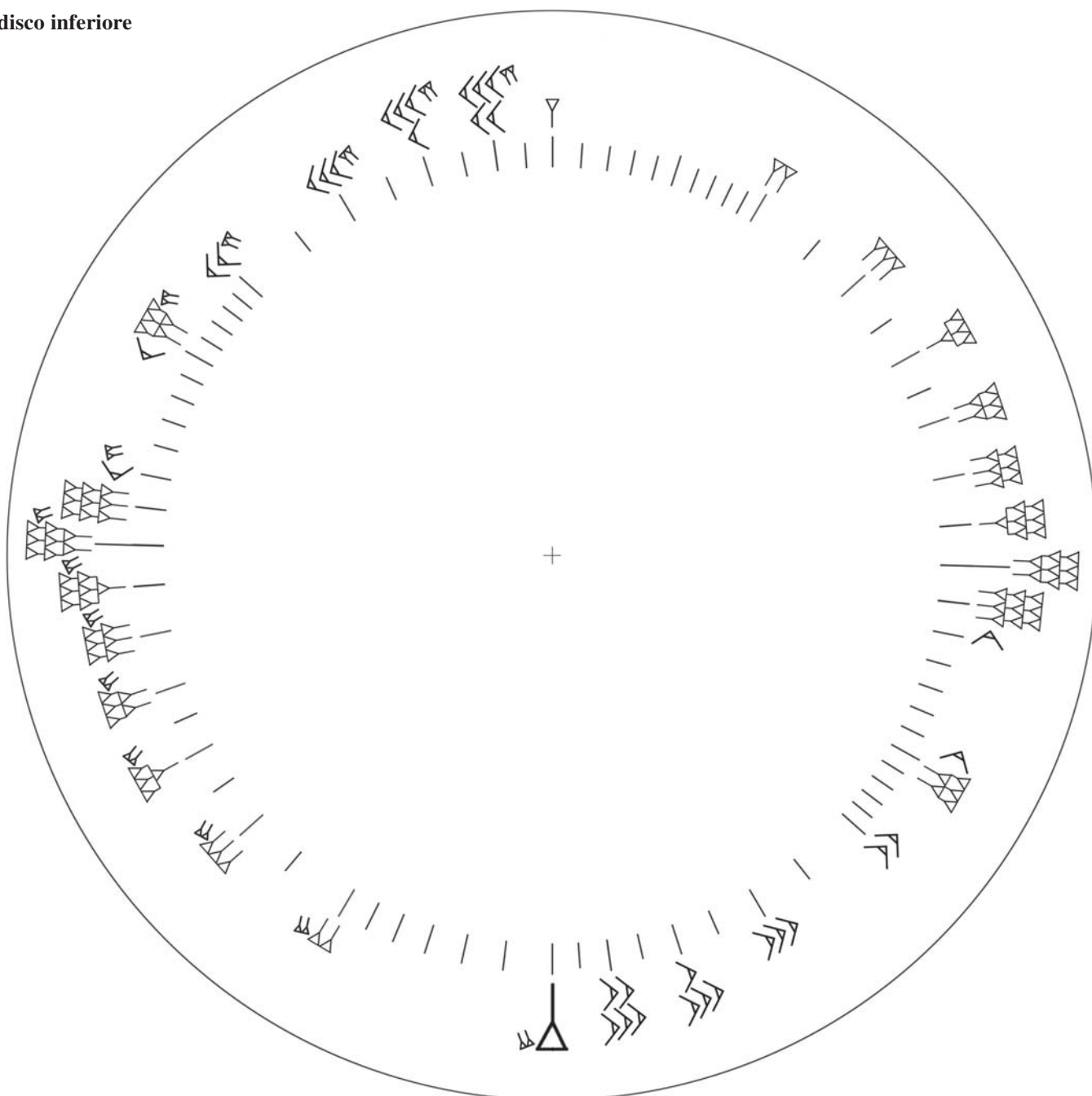
- Ritagliare i due dischi di ciascun regolo.
- Applicare un quadratino di nastro adesivo nella zona del perno centrale, su entrambi i lati di ciascun disco.
- Praticare con una fustella o con uno spillo, poi con un oggetto a sezione circolare di diametro maggiore, un foro in corrispondenza del punto centrale di ciascun disco.
- Imperniare i due dischi grazie a un fermaglio, eventualmente fissandolo con nastro adesivo sul retro.



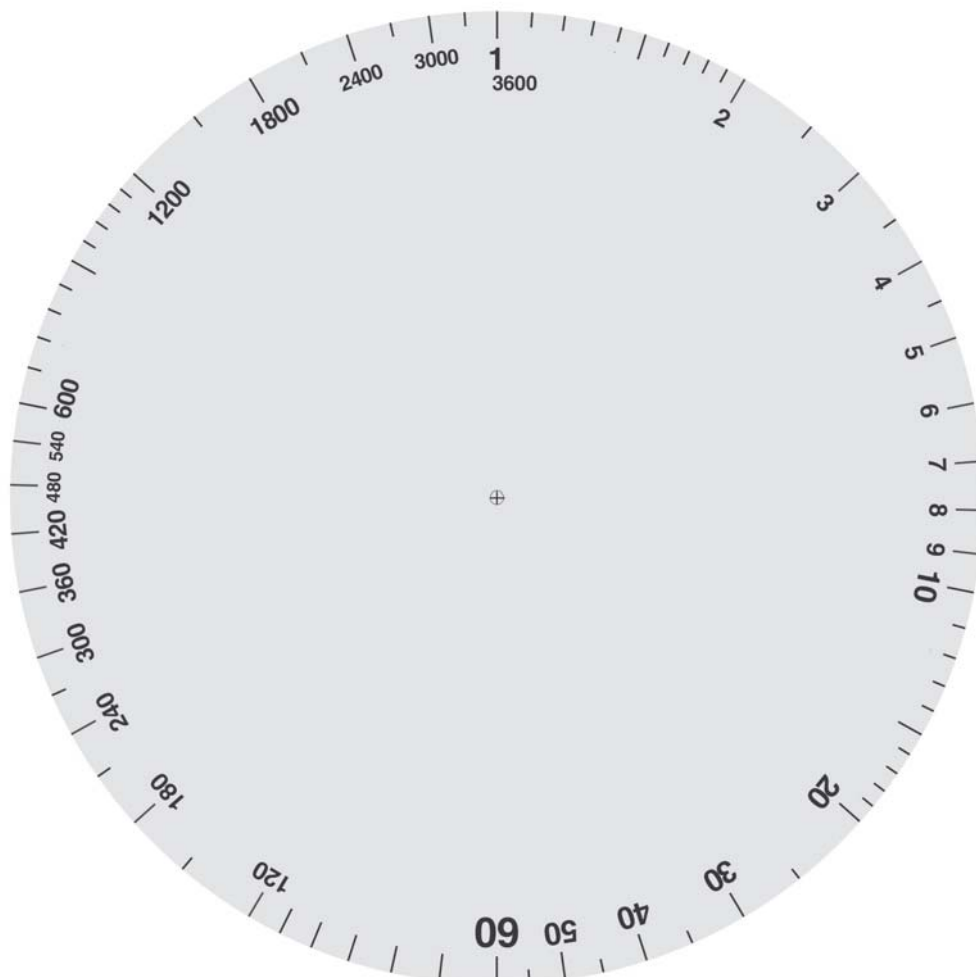
disco superiore



disco inferiore



disco superiore



disco inferiore

