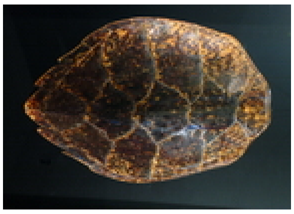


LA BELLA TARTARUGA

foto K1196 collezione Justin Kerr
(prelevabile dal sito www.mayavase.com)

Lezione divina

L'idea che la conoscenza della matematica andina precolombiana potesse portare alla ricostruzione del metodo di calcolo dei Maya, in una logica tutta panamericana legata ai provati contatti tra civiltà mesoamericane ed andine, è stata più volte suggerita da grandi studiosi[1].

La ricerca è notevolmente facilitata dalle conoscenze, da tempo acquisite, del sistema di numerazione Maya in base 20 e del cosiddetto computo lungo, consistente in calcoli calendariali in una originalissima base mista 20 e 18. Moltiplicando 20 per 18 si ottiene il prodotto **360**, numero di giorni dell'*anno armonico* che approssima, al meglio, l'anno solare con una spettacolare combinazione base-esponente dei termini fondamentali della serie di Fibonacci. Proprio l'uguaglianza:

$$\mathbf{5^1*3^2*2^3*1^5 = 360}$$

ci orienterebbe, ancora, verso un sistema di calcolo organizzato sulla serie del matematico pisano.

[1] Ci riferiamo all'antropologo Antonio Aimi ed al segretario tecnico scientifico dell'IILA, S.E. Víctor Alfonso Maldonado, che ha reso disponibili numerosissime fonti iconografiche.

I quattro codici Maya, miracolosamente sfuggiti alla distruzione programmata e conservati fino ai nostri giorni, ci consentono di conoscere la nota rappresentazione numerica con cerchietti, di peso 1, e linee, di peso 5, sicché la cifra più grande che vi si incontra, 19, viene espressa con tre linee e quattro cerchietti (3*5 + 4*1 = 19). Ma in tutte le civiltà le rappresentazioni numeriche non consentono, da sole, la ricostruzione del metodo di calcolo; come i *quipus* non spiegano il funzionamento delle *yupane*, i geroglifici numerici egizi non gettano luce sui calcoli con il *gioco della palma*[2], le cifre arabe nulla dicono sulle operazioni aritmetiche, così i codici Maya non lasciano dedurre, con i soli numeri registrati, il metodo di calcolo.

Molto illuminante, a proposito, è un vaso in ceramica che riproduce due Pawajtuun[3], dei quali uno è intento ad impartire una lezione di matematica a due attentissimi discepoli (fig. 58).

Figura 58
(foto K1196 collezione Justin Kerr
prelevabile dal sito www.mayavase.com)

Il numero **271** proposto dal Maestro, appena dipinto con il pennello nella rappresentazione finale basata su linee e cerchietti, viene costruito con semi grandi disposti in un abaco a sei colonne, tracciato sul terreno, e studiato con semi piccoli in una fase di semplificazione, sullo stesso abaco, dal discepolo più volenteroso. Ma procediamo con la massima accuratezza che ci è consentita. Il **271** (11 + 13*20 = 271), rappresentato nel "fumetto" con un sistema posizionale in altezza, viene costruito come 11 unità in basso, ossia due linee ed un cerchietto (5 + 5 + 1 = 11), e 13 ventine in alto, vale a dire due linee e tre cerchietti (5 + 5 + 3 = 13).

O	**O**				
O		**O**			

8*20	**5*20**	**3*20**	**2*20**	**1*20**	**(20)**
8	**5**	**3**	**2**	**1**	**(1)**

Figura 59

E come deve essere impostato un abaco per restituire, nelle due righe dei semi grandi posizionati vicino al ginocchio del Maestro secondo lo schema di figura 59a, lo stesso numero **271**? La risposta è fornita in figura 59b, descrittiva di un abaco a 5 colonne con una colonna aggiuntiva per la eventuale soprassaturazione di riporto.

[2] De Pasquale, 2003.
[3] I Pawajtuun sono le quattro divinità che sorreggono la volta celeste in corrispondenza dei punti cardinali.

					Acifra	**O**			**O**		**10**
				O	**1**	**O**		**O**			**11**
			O		**2**	**O**		**O**		**O**	**12**
		O			**3**	**O**	**O**				**13**
		O		**O**	**4**	**O**	**O**			**O**	**14**
	O				**5**	**O**	**O**		**O**		**15**
	O			**O**	**6**	**O**	**O**	**O**			**16**
	O		**O**		**7**	**O**	**O**	**O**		**O**	**17**
O					**8**	**O**	**O**	**O**	**O**		**18**
O				**O**	**9**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**19**

Figura 60

I numeri regolatori sono sempre quelli della serie di Fibonacci, con le venti combinazioni e le corrispondenze con le cifre arabe illustrate in figura 60. Quello che sconvolge di più è che la serie completa di Fibonacci prevede due volte l'unità (**1**, **1**, **2**, **3**, **5**, **8**, …), giustificando la presenza della colonna aggiuntiva dedicata alla ripetizione (eventuale) del numero **1**. Il diligentissimo allievo è tutto preso a ricomporre la prima riga con le sue 13 ventine, indicando decisamente con l'indice la posizione vacante delle 8 ventine, disponendo di due semini da 5 ed uno da 3 ventine; in pratica sta per effettuare la semplificazione indicata in figura 61.

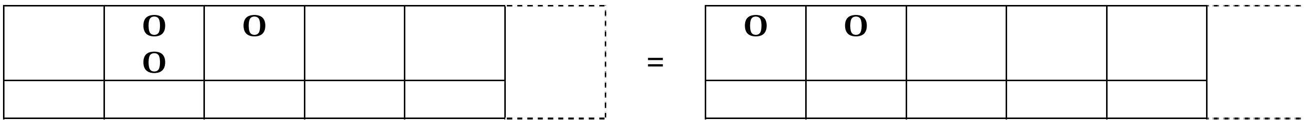


Figura 61

La stessa figura dà un'altra indicazione preziosissima: è possibile depositare due semi in uno stesso riquadro, consentendo uno svolgimento agevole delle operazioni aritmetiche.

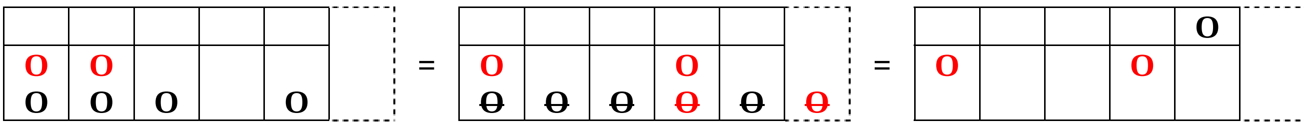


Figura 62

Volendo, ad esempio, eseguire l'addizione 13 + 17, si procede come in figura 62, con i due numeri che impegnano solo la prima riga dell'abaco (fig. 62a), più precisamente con due semi rossi in alto (8 + 5 = 13) e quattro semi neri in basso (8 + 5 + 3 + 1 = 17). Sfruttando l'equivalenza 5 = 2 + 2 + 1 si perviene alla situazione di figura 62b, caratterizzata da una inequivocabile soprassaturazione di riporto che scatta in figura 62c, con 1 ventina che completa il risultato con le 10 unità residue (8 + 2), per un valore totale di 30.

Lo stesso abaco con le sole cinque colonne fondamentali, senza quella aggiuntiva, si ritrova nel retino del copricapo del divino maestro, ripetuto in dodici righe, con l'allaccio di un nastro in corrispondenza della terza riga. Tenendo in debita considerazione la natura dello straordinario insegnante, si può concludere che la terza riga è dedicata alla rappresentazione di un ciclo cosmico fondamentale, quello di **360** giorni dell'*anno armonico*, strettamente legato al computo lungo, e non del canonico 400 (20^2) della pura base 20.

7199	**6840**	**2880** **O**	**1800** **O**	**1080** **O**	**720** **O**	**360** **O**	
359	**340**	**160** **O**	**100** **O**	**60** **O**	**40**	**20** **O**	
	19	**8** **O**	**5** **O**	**3** **O**	**2** **O**	**1** **O**	

Figura 63

La base mista 20-18 si ottiene in una maniera semplicissima, vale a dire lasciando vuoto il solo riquadro della quarantina (fig. 63); in pratica tutte le righe hanno una soprassaturazione di riporto pari a 20 unità (8 + 5 + 3 + 2 + 1 + 1 = 20), ad eccezione della seconda riga che si soprassatura con 18 unità di ventina (8 + 5 + 3 + 1 + 1 = 18). Con questo gioco divertente troviamo alla prima colonna i numeri **1**, **20**, **360**, **7.200**, **144.000**, **2.880.000**, **57.600.000**, **1.152.000.000** e **23.040.000.000**, ossia giorno, mese, *anno armonico* e tutte le altre unità del computo lungo (*kin*, *winal*, *tun*, *katun*, *baktun*, *piktun*, *kalabtun*, *kinchiltun* ed *alautun*).

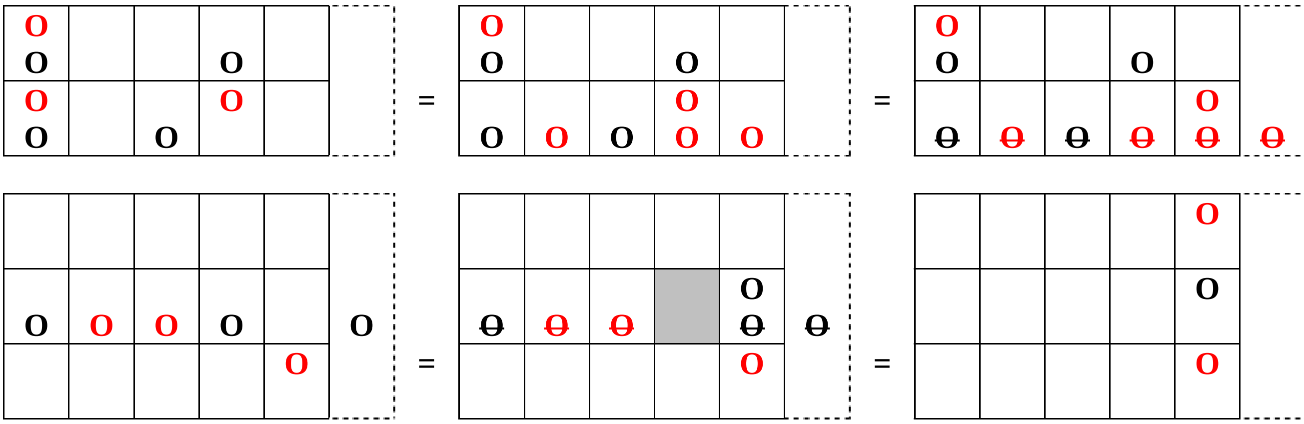


Figura 64

Il calcolo in base mista 20-18, che ci farebbe impazzire con le nostre procedure, diventa agevole ed entusiasmante sullo straordinario abaco Maya, come nel caso della addizione 170 + 211 descritta in figura 64. Il primo addendo (in rosso) è ottenuto, impegnando la parte superiore delle prime due righe, con un seme da 8 ventine (160), uno da 8 ed uno da 2 (160 + 8 + 2 = 170); il secondo addendo (in nero), invece, occupa la parte inferiore delle stesse due righe, con un seme da 8 ventine (160), uno da 2 ventine (40), uno da 8 ed uno da 3 (160 + 40 + 8 + 3 = 211) (fig. 64a). Ricordando la semplice uguaglianza 8 = 5 + 2 + 1 (fig. 64b) e l'ancora più semplice 2 = 1 + 1, si perviene alla soprassaturazione della prima riga (fig. 64c); sistemando il riporto e sfruttando l'equivalenza 8 = 5 + 3 si determina la situazione di figura 64d; anche in questo caso la semplice identità 2 = 1 + 1 determina la soprassaturazione di riporto tipica della seconda riga (fig. 64e), preparatoria della semplificazione finale (fig. 64f) 360 + 20 + 1 = 381 che i Maya avrebbero letto come 1 *kin*, 1 *winal* e 1 *tun*, vale a dire un giorno, un mese ed un *anno armonico*.

La lezione del Maestro, dunque, si rivela determinante ai fini della ricostruzione del metodo di calcolo Maya. Una lezione che squarcia le tenebre della nescienza come qualsiasi lezione divina.

La cresta del tacchino

Numerosissimi reperti, sia pure meno illuminanti del prezioso vaso appena esaminato, danno buona giustificazione alla ricostruzione del metodo di calcolo proposta; ne citiamo solo due per brevità.

Figura 65

Fra gli atlanti rinvenuti a Chichén Itzá, scolpiti in pietra, ve n'è uno (fig. 65) perfettamente correlabile al Maestro matematico del vaso. Due bracciali (fig. 66), ciascuno contenente 60 riquadri in matrici ribaltate di 12 righe per 5 colonne, sono in strettissimo legame con il retino del copricapo già analizzato, del quale hanno la medesima ripartizione; l'atlante, per giunta, ha orecchini decorati con cinque cerchi, disposti a croce, che simboleggiano le quattro colonne che sorreggono la volta celeste in corrispondenza dei punti cardinali. L'atlante, dunque, è un pilastro del cosmo, uno dei quattro Pawajtuun, quello della Matematica[4].

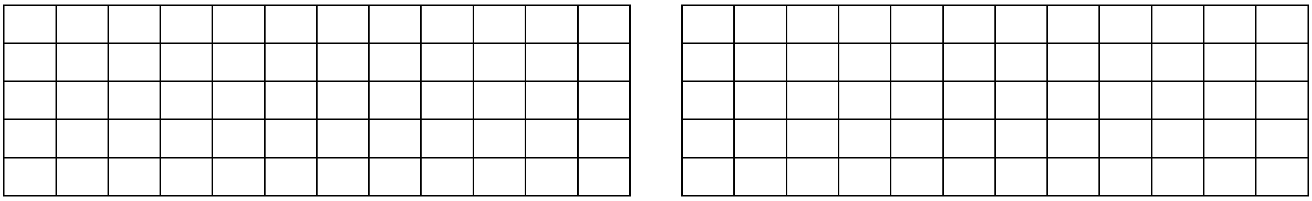


Figura 66

Anche la creatura fantastica di figura 67, con corpo umano e testa di tacchino mesoamericano, con cresta imponente e piume di grande bellezza ocellata, va correlata con il Maestro.

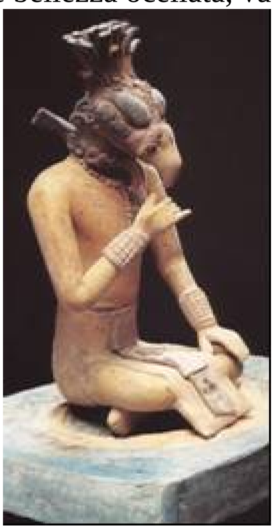


Figura 67

[4] Al momento non vi sono elementi per pensare che le quattro divinità corrispondano alle scienze del quadrivio: Aritmetica, Geometria, Astronomia e Musica.

Essa può essere considerata nume tutelare della scienza matematica, non solo per la ricorrente decorazione di cerchi disposti a croce, ricavata sul suo perizoma.

$8*20^{7}*18$	**$5*20^{7}*18$**	**$3*20^{7}*18$**	**$2*20^{7}*18$**	**$20^{7}*18$**	
$8*20^{6}*18$	**$5*20^{6}*18$**	**$3*20^{6}*18$**	**$2*20^{6}*18$**	**$20^{6}*18$**	
$8*20^{5}*18$	**$5*20^{5}*18$**	**$3*20^{5}*18$**	**$2*20^{5}*18$**	**$20^{5}*18$**	
$8*20^{4}*18$	**$5*20^{4}*18$**	**$3*20^{4}*18$**	**$2*20^{4}*18$**	**$20^{4}*18$**	
$8*20^{3}*18$	**$5*20^{3}*18$**	**$3*20^{3}*18$**	**$2*20^{3}*18$**	**$20^{3}*18$**	
$8*20^{2}*18$	**$5*20^{2}*18$**	**$3*20^{2}*18$**	**$2*20^{2}*18$**	**$20^{2}*18$**	
8*20*18	**5*20*18**	**3*20*18**	**2*20*18**	**20*18**	
8*20	**5*20**	**3*20**	**2*20**	**20**	
8	**5**	**3**	**2**	**1**	

Figura 68

I suoi due bracciali sono un chiaro riferimento a due cicli cosmici fondamentali. Quello destro, "aperto" in figura 68, presenta riquadri formanti una matrice di 9 righe per 5 colonne, oltre ad una colonna aggiuntiva, non ripartita, per la gestione della soprassaturazione di riporto. Si tratta dell'abaco in base mista 20-18, già descritto, con le 9 righe, della prima colonna significativa, dedicata alle 9 unità del computo lungo (dal *kin* all'*alautun*).

Il bracciale sinistro, invece, ha riquadri organizzati in una matrice di 12 righe per 7 colonne, più una colonna non ripartita da usare solo in caso di formazione di riporto (fig. 69). Sistemando i primi sette termini della serie di Fibonacci si ottiene, lasciando vuoti i riquadri della seconda colonna significativa, un incredibile sistema di numerazione in base 52[5], da utilizzare sempre per il computo del tempo, ma dal punto di vista della divinità, la cui unità di misura è l'anno (non il giorno). 52 anni solari costituiscono un ciclo che esaurisce le 18.980 combinazioni possibili tra i 260 giorni

[5] Potrebbe anche darsi che, a partire dalla seconda riga, il riporto scatti anche con l'impegno della seconda colonna significativa, con una soprassaturazione pari a 54; sembra improbabile, perché il 52 è dato dal prodotto tra i numeri 13 e 4, importantissimi per i Maya; non è neanche da escludere che il riporto scatti, a partire dalla seconda riga, con una soprassaturazione pari a 50, escludendo la prima e la terza colonna significativa, in modo da avere 5200 anni, ciclo fondamentale, alla seconda casella della terza riga. Al momento non vi sono elementi che facciano propendere per una delle tre soluzioni prospettate, anche se la terza è particolarmente attraente.

dello Tzolk'in ed i 365 dello Haab[6]. E l'intero abaco, con la sua astronomica cifra massima (52^{12} - 1 anni), a che ciclo corrisponde? Certo non è questa la sede per affrontare un tema così complesso che necessita di numerosi altri riscontri; possiamo solo dedurre che la misteriosa creatura è un altro genio della Matematica che ci fa affermare: *"Come la cresta sovrasta la testa del tacchino, così la Matematica sovrasta tutte le altre scienze"*[7].

$21*52^{11}$	**$13*52^{11}$**	**$8*52^{11}$**	**$5*52^{11}$**	**$3*52^{11}$**	**$2*52^{11}$**	**52^{11}**	
$21*52^{10}$	**$13*52^{10}$**	**$8*52^{10}$**	**$5*52^{10}$**	**$3*52^{10}$**	**$2*52^{10}$**	**52^{10}**	
$21*52^{9}$	**$13*52^{9}$**	**$8*52^{9}$**	**$5*52^{9}$**	**$3*52^{9}$**	**$2*52^{9}$**	**52^{9}**	
$21*52^{8}$	**$13*52^{8}$**	**$8*52^{8}$**	**$5*52^{8}$**	**$3*52^{8}$**	**$2*52^{8}$**	**52^{8}**	
$21*52^{7}$	**$13*52^{7}$**	**$8*52^{7}$**	**$5*52^{7}$**	**$3*52^{7}$**	**$2*52^{7}$**	**52^{7}**	
$21*52^{6}$	**$13*52^{6}$**	**$8*52^{6}$**	**$5*52^{6}$**	**$3*52^{6}$**	**$2*52^{6}$**	**52^{6}**	
$21*52^{5}$	**$13*52^{5}$**	**$8*52^{5}$**	**$5*52^{5}$**	**$3*52^{5}$**	**$2*52^{5}$**	**52^{5}**	
$21*52^{4}$	**$13*52^{4}$**	**$8*52^{4}$**	**$5*52^{4}$**	**$3*52^{4}$**	**$2*52^{4}$**	**52^{4}**	
$21*52^{3}$	**$13*52^{3}$**	**$8*52^{3}$**	**$5*52^{3}$**	**$3*52^{3}$**	**$2*52^{3}$**	**52^{3}**	
$21*52^{2}$	**$13*52^{2}$**	**$8*52^{2}$**	**$5*52^{2}$**	**$3*52^{2}$**	**$2*52^{2}$**	**52^{2}**	
21*52	**13*52**	**8*52**	**5*52**	**3*52**	**2*52**	**52**	
21	**13**	**8**	**5**	**3**	**2**	**1**	

Figura 69

[6] Diego de Landa afferma che i sacerdoti yucatechi responsabili della scienza calendaristica erano consapevoli anche della bisestilità, per cui ogni quattro anni inserivano un giorno intercalare. Non spiega però come riuscissero a fare in modo che questo non alterasse la concatenazione fra anno solare Haab e calendario rituale Tzolk'in (Grube et al, 2000, 135).

[7] Si tratta di una modifica di un detto indiano che prevede il pavone al posto del tacchino.

Il *grande assente*

26.280 **14.600**

Figura 70 - Codice di Dresda folio 24

Gli abachi di calcolo calendariale, appena mostrati, evidenziano una concezione esponenziale del tempo, nel mondo Maya, che esclude la presenza dello zero inteso come nullità, alla maniera occidentale.

Infatti nei codici sopravvissuti, così come in tutto il repertorio archeologico, non vi è alcuna rappresentazione del valore zero ed i semi, le conchiglie o i glifi, fino ad ora ritenuti erroneamente simboli dello zero, in realtà esprimono un concetto molto più sottile, legato alla ***assenza*** di uno dei vari ordini esponenziali.

Il codice di Dresda ci offre (fig. 70) l'opportunità di comprendere il profondo significato della ***assenza***; nel *folio* 24 il numero **26.280** viene rappresentato[8] come 3*7200 + 13*360 + ***a****20 + ***a****1 = 26.280, con due semi di stile diverso che indicano l'***assenza*** di unità e l'***assenza*** di ventine (fig. 70a); nello stesso *folio* il numero **14.600** viene espresso come 2*7200 + ***a****360 + 10*20 + ***a****1 = 14.600, con il seme che indica l'***assenza*** di unità, del tutto identico a quello usato per il primo numero, ed un seme germogliato che suggerisce l'***assenza*** di trecentosessantine (fig. 70b).

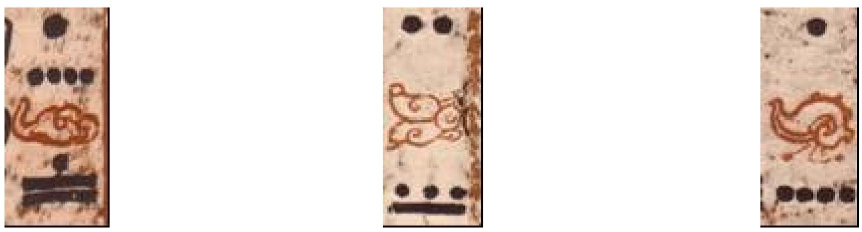
Tale concetto non ha riscontro nella nostra cultura; infatti le cifre che designano, ad esempio, il numero mille non sono mai:

1. CDU

con **U**, **D** e **C** rispettivamente assenze di unità, decine e centinaia, ma sono semplicemente:

1.000

con la stessa cifra **0**, adottata indifferentemente per tutti gli ordini.



8.651 **728** **364**

Figura 71 - Codice di Dresda foliis 33, 42 e 43

Anche se non era obbligatorio distinguere le varie ***assenze*** con simboli diversi –nel codice di Madrid, infatti, viene usato costantemente lo stesso seme– l'artista che ha realizzato il codice di Dresda ci offre un saggio delle sue abilità pittoriche e delle sue profonde conoscenze, mostrando una grande varietà di rappresentazioni della ***assenza*** che ci consentono di comprenderne il vero significato; le bellissime conchiglie (fig. 71), ad esempio, sono dedicate esclusivamente alla ***assenza*** di ventine!

Certo lo studio di questi preziosi simboli richiederebbe approfondimenti che non possono essere qui affrontati. Già il seme, di per sé, ha una valenza fortemente generativa, lontanissima dal nostro

[8] Nelle espressioni numeriche che seguono abbiamo preferito usare l'assenza ***"a"*** al posto del nostro zero.

concetto di nullità; ma il seme germogliato (fig. 70b), probabilmente di mais, ha una connotazione generativa ed annuale al tempo stesso; e quale simbolo potrebbe esprimere meglio l’***assenza*** di trecentosessanta giorni, equivalenti all’anno armonico? E le conchiglie, con le loro volute, non suggeriscono il concetto di ciclicità intrinseco al trascorrere dei mesi, ritmati dai Maya sui venti giorni? È un caso che solo le ***assenze*** di ventine siano simboleggiate da conchiglie? È ancora un caso che la conchiglia del numero 728 sia “doppia” (fig. 71b), dal momento che questo numero è “doppio” di 364, caratterizzato da una conchiglia singola (fig. 71c)?

Un qualcosa che può essere raddoppiato esprime un concetto lontanissimo dal nostro zero.

Nella grande civiltà Maya, dunque, non c’è posto per la nullità, ma solo per le quantità riscontrabili in natura. Come nel caso degli Inca e degli Egizi il nostro zero è, giustamente, il *grande assente*.

La tartaruga

Il dio Maya preposto all'insegnamento agli uomini della Matematica è Jun Ye Nal (Uno Seme di Mais), per via dell'uso di semi di mais, disposti in abachi tracciati quasi sempre sul terreno, per lo svolgimento delle operazioni aritmetiche.

Figura 72 (foto k1892 prelevabile dal sito www.mayavase.com)

Una scena frequentissima nelle ceramiche è la resurrezione di questo dio dagli inferi (fig. 72), colta nell'attimo in cui egli sfonda il carapace di una tartaruga, simbolo della terra, riorganizzandolo in un campo seminato, suddiviso in quadrati regolari ciascuno impegnato con un seme al centro, nei quali quadrati è ravvisabile un abaco di calcolo a cinque colonne[9].

Il fatto che Jun Ye Nal sia definito il Signore del numero **8** invita a sistemare nelle cinque colonne la successione dei numeri culminante nell'otto, vale a dire la successione **1**, **2**, **3**, **5**, e **8**, proprio i numeri che caratterizzano il calcolo maya.

Ma perché, tra i tanti simboli di terra possibili, viene scelta proprio la tartaruga? Il carapace di tartaruga (in prima di copertina è riprodotto uno splendido esemplare) ha ispirato il metodo di calcolo Maya perché presenta, sempre, **5** piastre dorsali e **8** laterali; le più piccole del coronamento, numericamente pari a 25, rompendo la successione del Fibonacci, fissano il limite dei valori dei semi di calcolo proprio in **8**. D'altro canto la successione parziale **5**, **8** è di per sé sufficiente a sottintendere quella completa **1**, **2**, **3**, **5** e **8**; è come se il carapace venisse riorganizzato, riarmonizzato in modo da consentire i calcoli.

Forse vale la pena sottolineare che il valore posizionale, nel mondo Maya, cresce da destra a sinistra e dal basso all'alto. E se i quattro codici si leggessero alla stessa maniera? Esaminando attentamente i codici di Dresda e Madrid è possibile notare una progressione dei numeri registrati, uno svolgimento logico degli eventi narrati, una continuità di elementi dipinti, un orientamento dominante dei personaggi proprio da destra verso sinistra e dal basso all'alto, su fasce orizzontali disposte su più fogli, fasce facilmente identificabili da un sistema di studiatissime riquadrature.

[9] In alcune ceramiche, come in quella della figura 72, si intravede anche una sesta colonna, priva di semi, per la eventuale soprassaturazione di riporto!

Molte informazioni ci sono venute dai codici, allo stato attuale non completamente decifrati. Moltissime ancora ce ne verrebbero se, con una scelta di grande coraggio, decidessimo di rinumerare i codici a rovescio, dall'ultimo al primo foglio, per leggerli con il verso del calcolo Maya.

Certo ci aspetta un lavoro gravoso, con risultati da conquistare gradatamente, con volontà ferma, coscienza dei nostri limiti.

Per migliorare la conoscenza dei Maya (e anche la nostra!) ci aspetta un cammino durissimo; un cammino da affrontare con la velocità, la costanza, il coraggio di una tartaruga.

Ing. Nicolino De Pasquale