



# *Qualche considerazione sulla costante di correlazione tra il lungo computo Maya ed il calendario occidentale*

di Adriano Gaspani

## INTRODUZIONE

I Maya svilupparono vari calendari molto elaborati e relativamente accurati, come è ben noto (vedi, ad esempio, Morley 1956, Thompson 1962, Knorozov 1963, Coe 1972, Ruz 1981, Santos 1981) tra cui il cosiddetto Lungo Computo (LC) composto da singoli giorni contati uno dopo l'altro da un punto di inizio entro la cronologia Maya. Il calendario Maya è molto preciso, ma contrariamente a quanto si pensa, il suo rapporto con il nostro calendario (giuliano oppure gregoriano) non è ben definito, tanto che il possibile errore è sorprendentemente grande, anche dell'ordine dei secoli! La correlazione o costante di sfasamento tra il calendario Maya e quello gregoriano è stata stimata per mezzo di vari eventi storici di datazione conosciuta, registrati dai Maya e quindi noti in entrambi i sistemi calendariali, ma può ulteriormente essere calcolata utilizzando anche (e soprattutto) molti fenomeni astronomici tra cui quelli elencati nel Codice di Dresda e in altre fonti. Ma questo compito non è così facile per il calendario Maya come lo è per esempio per la correlazione tra altri calendari antichi che abbiano registrato la supernova apparsa nell'anno 1054 d.C. e che diede origine



alla Crab Nebula nella costellazione del Toro. Per quanto ne sappiamo, i Maya non registrarono oggettivamente l'osservazione di questa supernova. Così, per trovare la correlazione tra la datazione Maya (MD) e quella riferita al nostro calendario utilizzando il computo del Giorno Giuliano (JD) che utilizzano gli astronomi, dobbiamo fare affidamento su altri fenomeni astronomici di cui conosciamo la data precisa e che furono osservati e registrati anche dai Maya, e dobbiamo essere sicuri che le registrazioni documentarie che si riferiscono a tali osservazioni siano correttamente identificate. Tuttavia dobbiamo riconoscere che una soluzione matematica suffragata da prove astronomiche non può essere unica, perché anche se molti fenomeni astronomici mostrano un comportamento periodico, i loro periodi possono essere troppo brevi, dell'ordine dei giorni o dei mesi, mentre invece, al fine di stabilire una corrispondenza tra due sistemi calendariali, sono particolarmente utili i fenomeni astronomici caratterizzati da una periodicità piuttosto lunga, almeno di anni oppure di secoli. I fenomeni a lunga periodicità, come le congiunzioni multiple dei pianeti le quali si ripetono dopo decenni, ma anche quelli caratterizzati da una periodicità più ridotta come le osservazioni della cadenza dei solstizi o quelle delle massime elongazioni planetarie, sono quindi particolarmente adatti. Un elenco, non esaustivo, dei fenomeni astronomici che potrebbero essere utilizzati per valutare la correlazione tra il calendario Maya e il nostro comprende i seguenti fenomeni:

- a) Congiunzioni planetarie, soprattutto quelle che coinvolsero 3, 4 e 5 pianeti le quali generalmente si ripetono con una periodicità di molti anni.
- b) Congiunzioni di pianeti con particolari stelle molto luminose oppure particolari asterismi quali ad esempio le Pleiadi.
- c) Levata e tramonto eliaco e acronico dei pianeti i quali si ripetono con periodicità annuale.
- d) Date di solstizio e di equinozio.
- e) Eclissi solari e lunari, soprattutto quelle solari totali e anulari.
- f) Occultazioni dei pianeti da parte della Luna.
- g) Esplosione di Novae e Supernovae.
- h) Passaggio di comete molto appariscenti e particolarmente luminose.
- i) Caduta di bolidi e di grossi meteoriti.

Ovviamente è richiesto che esista una registrazione Maya di ciascun fenomeno la cui data sia calcolabile con precisione mediante il calcolo astronomico, oppure nel caso dei fenomeni imprevedibili che esista anche un'indipendente registrazione su un documento di redazione occidentale.

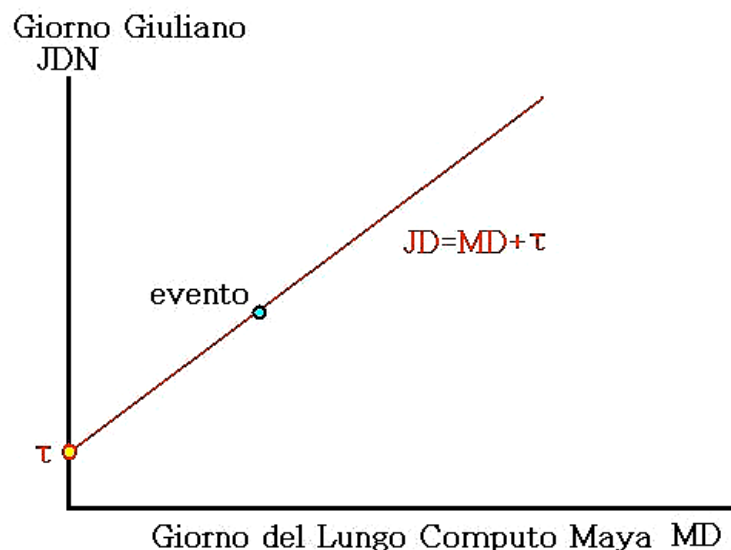


#### LA CORRELAZIONE TRA DUE SISTEMI CALENDARIALI

Dal punto di vista matematico il calcolo della "correlazione" tra due sistemi calendariali indipendenti cerca una soluzione per il valore della costante  $\tau$  che li sincronizza, uno rispetto all'altro. Nel caso del Giorno Giuliano (JD) e della datazione Maya (MD) del Lungo Computo si ha la seguente semplice equazione lineare che li mette in relazione tra loro e li sincronizza:

$$JD = MD + \tau$$

dove il termine  $\tau$  è talvolta chiamato "l'equazione Ahau" ed è il Giorno Giuliano di inizio del Lungo Computo. Vediamo ora di precisare un poco la situazione: la funzione  $JD = MD + \tau$  è lineare ed il suo grafico, tracciato in un diagramma in cui in ascissa è posto il conteggio dei giorni secondo il Lungo Computo (MD) e in ordinata è posto il conteggio dei giorni giuliani (JD), è una retta il cui coefficiente angolare è pari a 1, quindi è una retta inclinata di  $45^\circ$  rispetto all'asse delle ascisse la cui intercetta con l'asse delle ordinate fornisce il valore  $\tau$  corrispondente al Giorno Giuliano di inizio del Lungo Computo. Siccome il coefficiente angolare è unitario per definizione, considerato che i giorni del Lungo Computo sono lunghi esattamente come i Giorni Giuliani, allora basta un singolo evento la cui datazione sia nota in entrambi i calendari per stabilire un valore per  $\tau$ .



La funzione  $JD = MD + \tau$  è lineare ed il suo grafico, tracciato in un diagramma in cui in ascissa è posto il conteggio dei giorni secondo il Lungo Computo (MD) e in ordinata è posto il conteggio dei giorni giuliani (JD), è una retta il cui coefficiente angolare è pari a 1. La sua intercetta con l'asse delle ordinate fornisce il valore  $\tau$  corrispondente al Giorno Giuliano JDN di inizio del Lungo Computo.



Questo fu il caso della nota correlazione GMT (Goodman-Martinez-Thompson) che fu calcolata utilizzando un unico evento storico citato da Diego de Landa nel suo scritto *Relación de las cosas de Yucatàn*, che produce la seguente corrispondenza cronologica: la data 11.16.0.0.0 13 Ajaw 7 Xul corrisponde all'anno 1539. I Maya però registrarono molti eventi (storici, astronomici, etc.), utilizzando il Lungo Computo, quindi formalmente ciascuno di essi permette di stabilire un particolare valore del coefficiente  $\tau$ , la "correlazione", appunto. Il problema è che teoricamente tutti gli eventi dovrebbero fornire uno stesso identico valore della correlazione, in pratica non lo fanno poiché sono eventi osservati e registrati, quindi affetti da un certo errore sperimentale. Appare allora chiaro che la determinazione della correlazione deve essere fatta in modo che il  $\tau$  ottimizzato su più eventi produca il miglior accordo possibile tra tutti gli eventi utilizzati. In generale questo valore non sarà esatto, ma rappresenterà un buon compromesso, sebbene affetto da un certo livello di incertezza. In termini statistici abbiamo che la valutazione di  $\tau$  per il  $i$ -esimo singolo evento noto dalla cronologia Maya sarà:

$$\tau(i) = JD(i) - MD(i)$$

Allora se usiamo  $N$  eventi indipendenti abbiamo che  $\tau$  sarà il valore medio dei  $\tau(i)$  individuali considerati. Se abbiamo un valore medio, esisterà anche una deviazione standard campionaria sicuramente diversa da zero, che divisa per la radice quadrata del numero di eventi utilizzati fornirà il livello di incertezza sul valore della correlazione determinata utilizzando quegli  $N$  eventi. Finora nessun autore che abbia pubblicato il proprio valore della correlazione ha indicato l'incertezza con cui esso è stato determinato. Tutti glissano su questo particolare di importanza fondamentale, facendo finta che il valore di  $\tau$  sia esatto ed esente da errore.

## LA CORRELAZIONE GMT

In passato vari autori hanno calcolato il valore numerico del termine  $\tau$  basando i loro calcoli della "correlazione" su diversi dati storici o astronomici. Più di 50 differenti valori della correlazione sono stati pubblicati e i 52 noti sono riportati nella tabella I. Queste correlazioni si differenziano tra loro in modo significativo, fino a circa 1000 anni, ma in genere mediamente di centinaia di anni. La correlazione più comunemente diffusa tra gli studiosi dell'antica cultura Maya è la correlazione GMT (Goodman-Martinez-Thompson), derivata esclusivamente da (pochissimi) dati storici. Il suo valore è  $\tau = 584283$ , quindi dobbiamo aggiungere 584283 giorni alla datazione Maya nel Lungo Computo al fine di ottenere il Giorno Giuliano corrispondente. La correlazione ideale dovrebbe soddisfare contemporaneamente tutti i dati astronomici di cui esista



una registrazione Maya, senza alcuna eccezione, ma anche essere in accordo con il significato astronomico (eventuale) delle registrazioni documentarie. Essa deve anche essere coerente con la prova fornita da documenti storici, e rispettare lo spostamento del calendario Maya per i 17 giorni dopo l'invasione della penisola dello Yucatan da parte dei Mexica (Knorozov 1963; Coe 1972), anche se in questo caso si tratta del periodo tardo. Tale correlazione dovrebbe inoltre corrispondere alle evidenze cronologiche derivate dall'analisi stilistica dei manufatti e dei reperti archeologici, dalle datazioni al C14, ove possibile, e alle varie indicazioni derivanti delle geoscienze, quali eventi sismici e altro. La correlazione GMT *non* soddisfa questi requisiti.

#### E' POSSIBILE DETERMINARE UNA CORRELAZIONE ESATTA?

Molti autori hanno criticato la correlazione GMT, calcolato correlazioni alternative e trovato molti buoni argomenti contro di essa, ma misteriosamente questa correlazione rimane ostinatamente in uso tra gli studiosi Maya di formazione umanistica. Ad esempio, la differenza tra la GMT e la correlazione di Böhm e Böhm è pari a -104 anni; la differenza tra la GMT e la correlazione determinata da Vollemaere è pari a -520 anni. Chiaramente i tempi del calendario Maya e la storia della Mesoamerica rispetto ad altre civiltà diventano incerti ed in errore di svariati secoli se la correlazione GMT è ritenuta valida a priori, in quanto non è in grado di soddisfare simultaneamente tutti i dati disponibili. Questa incapacità è particolarmente evidente quando si utilizzano i dati astronomici. La domanda più importante che bisogna porsi subito è se sia possibile o meno determinare un valore esatto per la correlazione che soddisfi tutti i dati esistenti: non è una domanda oziosa, ma un problema reale che può mettere in discussione tutta la cronologia Maya. A quanto pare questo sembra essere un problema molto complesso, in quanto allo stato attuale degli studi pare non sia possibile inserire tutti i fenomeni astronomici, storici etc., entro una singola legge di correlazione che soddisfi esattamente tutte le date. Ergo, o si accettano diverse correlazioni per differenti classi di fenomeni (che sarebbe assurdo in termini calendariali), oppure, a causa delle incongruenze nella nostra conoscenza della datazione delle registrazioni Maya, la legge di correlazione tra il Lungo Computo e il calendario occidentale può essere definita solamente in termini statistici assegnando a ciascun valore possibile di  $\tau$  un appropriato livello di probabilità.



CONCEZIONE PROBABILISTICA DELLA CORRELAZIONE

n	t	Autore	Anno
1	394483	Bowditch	1910
2	438906	Willson	1924
3	449817	Bunge	1940
4	482699	Smiley 1	1960
5	482914	Smiley 2	1960
6	487410	Owen	1975
7	489138	Makemson	1946
8	489383	Spinden 1	1930
9	489384	Spinden 2	1924
10	489484	Ludendorff	1930
11	492622	Teeple	1926
12	497878	Dinsmoor	
13	500210	Smiley 3	
14	507994	Hochleitner	1974
15	508362	Hochleitner	1974
16	525698	Hochleitner	1974
17	550279	Kelley 2	
18	553279	Kelley 1	1976
19	563334	Martin	
20	577264	Hochleitner	1972
21	578585	Hochleitner	1970
22	583919	Suchtelen	1957
23	584280	Goodman	1905
24	584281	Martinez	1918
25	584283	Thompson	1950
26	584284	Beyer	1937
27	584285	Thompson	1935
28	584286	Lounsbury	1978
29	584314	Calderon	1982
30	585789	Cook	1973
31	588466	Mukerji	1936
32	588626	Pogo	1937
33	594250	Schove 1	1976
34	609417	Hochleitner	1974
35	615824	Schove 2	1977
36	622261	B&B (Böhms)	1991
37	626660	Kaucher	1980
38	626927	Kreichgauer	1927
39	660205	Hochleitner	1974
40	660208	Wells &Fuls	2000
41	663310	Kelley 2	
42	674265	Hochleitner	1974
43	674927	Hochleitner	1974
44	677723	Schulz	1955
45	679108	Escalona	1940
46	679183	Vaillant 1	1935
47	698163	Dittrich	1936
48	739601	Verbelen	
49	774078	Weitzel	1947
50	774079	Vollemaere 1	1982
51	774080	Vollemaere 2	1984
52	774083	Vaillant 2	1935

Tabella I



Secondo la mia opinione, allo stato attuale delle ricerche il problema della sincronizzazione del Lungo Computo con il calendario occidentale, giuliano o gregoriano che sia non è possibile in termini esatti, quindi il problema della correlazione tra i due calendari è affrontabile e risolvibile solamente in termini statistici. Questo significa che, allo stato attuale delle conoscenze in relazione alla cultura Maya, non sia possibile stabilire un singolo valore esatto della costante di sincronizzazione  $\tau$  (più comunemente, ma impropriamente, nota come "correlazione") bensì un intervallo temporale  $\Delta t$  entro cui il valore esatto, ma incognito, di  $\tau$  è compreso; in termini formali:

$$-\frac{1}{2} \Delta t \leq \tau \leq \frac{1}{2} \Delta t$$

L'intervallo  $\Delta t$  di fatto corrisponde ad una zona di incertezza, dovuta peraltro alla corrispondente incertezza nella conoscenza attuale della cronologia Maya e nella datazione dei reperti entro cui i vari valori possibili di  $\tau$  si posizionano a seconda degli eventi astronomici e storici che ciascun valore esattamente soddisfa. Al suo interno esisterà un particolare valore  $\tau_0$ , che è quello più probabile secondo una determinata distribuzione di probabilità. Sarà quindi possibile trattare  $\tau$  come una variabile casuale distribuita secondo una determinata legge statistica regolata da un'appropriata funzione di distribuzione di probabilità la quale ne descrive l'andamento e ci dice quale sia il valore  $\tau_0$  più probabile, e quindi quello che meglio soddisfa il sincronismo globale tra i due computi, ma ci permette anche di assegnare a ciascun valore possibile della costante di sincronismo (la correlazione) il livello di probabilità che gli compete.

#### OTTIMIZZAZIONE DELLA FUNZIONE DI DISTRIBUZIONE DI PROBABILITÀ $f(\tau)$

La costante di sincronismo  $\tau$  è derivata utilizzando la datazione dei reperti documentari ed archeologici Maya, quindi è stata sperimentalmente determinata dai vari autori che hanno proposto le varie correlazioni oggi note. Questo fatto ci autorizza ad affermare che la distribuzione di probabilità pertinente a  $\tau$  è quella Normale (Gaussiana), simmetrica e centrata nel valore medio  $\tau_0$  di maggior probabilità; l'ampiezza di tale distribuzione dipenderà da come sono distribuiti i valori attualmente noti della costante di sincronismo (correlazione).

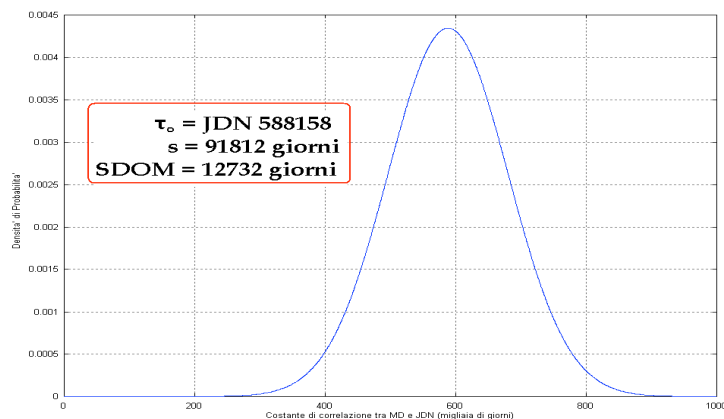
$$f(\tau) = \frac{1}{s \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\tau - \tau_0)^2}{2s^2}}$$



Il parametro di forma di tale distribuzione è la deviazione standard campionaria  $s$ . Al fine di determinare i parametri identificativi di tale distribuzione tra le oltre 50 correlazioni attualmente note sono state selezionate le 14 maggiormente citate nei lavori pubblicati dedicati a questo argomento e sono elencate nella tabella I. L'analisi statistica ha mostrato che il valore  $\tau_0$  di maggior probabilità della costante di sincronizzazione (correlazione) è il seguente:

$$\tau_0 = \text{JDN } 588159 \pm 12732 \text{ giorni}$$

La deviazione standard campionaria  $s=91812$  giorni e l'intervallo di confidenza corrispondente ad un livello di probabilità del 95% ha estremi pari a JDN 613114 e JDN 563205, questo significa che sulla base delle 52 correlazioni esaminate possiamo affermare che con il 95% di probabilità il valore vero della costante di sincronismo è compreso nell'intervallo  $\Delta t$  i cui estremi sono i valori qui indicati.



Distribuzione di probabilità relativa alla costante di sincronismo (correlazione) tra il Lungo Computo (MD) ed il calendario astronomico basato sul Giorno Giuliano (JDN)

Un'altra interessante questione è che il valore di maggior probabilità  $\tau_0$  ottenuto dalla presente analisi approssima il vero valore della costante di sincronizzazione, che però rimane incognito, entro un'incertezza pari a  $\pm 12732$  giorni, pari a 34,8 anni giuliani. Allo stato attuale della ricerca non è possibile ottenere risultati di precisione maggiore, salvo forse ottimizzare simultaneamente tutti i dati che sono stati utilizzati dai vari autori per stabilire le varie correlazioni.

## DISCUSSIONE

A questo punto possiamo fare alcune interessanti considerazioni: la prima riguarda il fatto che il valore ottimale  $\tau_0$  ottenuto dalla presente analisi si posiziona un po' più





oltre rispetto a quello tipico della correlazione GMT e si avvicina molto a quello proposto da Mukerji nel 1936. In particolare, abbiamo le seguenti differenze:

$$(GMT - \tau_0) = -3876 \text{ giorni (pari a circa -10,6 anni giuliani)}$$

$$(\text{Mukerji} - \tau_0) = 307 \text{ giorni (pari a circa +0,84 anni giuliani)}$$

che obbligano a concludere che, sulla base della presente analisi, ben lontana dall'essere esaustiva, la correlazione proposta nel 1930 da Mukerji è quella che mostra uno scarto minore rispetto al valore di maggior probabilità della costante ottenuto dai presenti calcoli. In secondo luogo esiste comunque un'incertezza di 12732 giorni in più e in meno, pari a 34,8 anni sul valore attualmente determinabile per la costante di sincronizzazione. Probabilmente eseguendo un'analisi globale simultanea di tutti i dati cronologici conosciuti applicando appropriate tecniche di ottimizzazione sarebbe possibile stabilire un valore della costante con un errore consistentemente più ridotto, forse anche solo 1 o 2 anni di incertezza invece dei circa 35 risultati dalla presente analisi.

## CONCLUSIONE

La correlazione più utilizzata nell'ambito degli studi relativi alla civiltà Maya è la GMT (Goodman-Martinez-Thompson) basata in gran parte su (poche) prove storiche. L'astronomia può potenzialmente risolvere il problema della corretta identificazione della costante di correlazione, a condizione che siano disponibili le osservazioni eseguite e documentate cronologicamente dai Maya secondo il Lungo Computo con un'accuratezza di uno o due giorni al massimo. In caso contrario viene introdotta un'incertezza cronologica che finisce per propagarsi sull'accuratezza con cui è possibile determinare a posteriori la costante di correlazione tra il Lungo Computo ed il calendario occidentale. L'accuratezza cronologica nelle registrazioni Maya deve essere la stessa su tutto il territorio interessato dalla Cultura Maya e su tutto il lasso di tempo in cui tale cultura è fiorita e si è sviluppata, altrimenti le differenze cronologiche producono un'inevitabile incertezza nella valutazione della costante di sincronismo che si manifesta con il proliferare di differenti leggi di correlazione capaci di adattarsi solamente ad alcune classi di registrazioni astronomiche e storiche come effettivamente accade. Il problema quindi non è stabilire chi ha ragione tra i vari studiosi che tentano di correlare il Lungo Computo con il nostro calendario, ma di valutare se sia possibile ottimizzare una singola legge di correlazione valida per tutti i dati cronologici e storici Maya attualmente disponibili. A quanto pare allo stato attuale delle conoscenze sembra che ciò non sia materialmente possibile. Nel presente lavoro è stata eseguita l'analisi statistica delle 52 correlazioni note mettendo in evidenza che allo stato attuale delle conoscenze non è possibile arrivare alla determinazione esatta



del coefficiente di sincronismo (correlazione) tra il Lungo Computo ed il calendario occidentale, ma solo ad una valutazione della sua funzione di distribuzione di probabilità permettendo quindi di assegnare un livello di probabilità a ciascun valore della correlazione che è stato fino ad ora pubblicato. L'analisi statistica dei 52 valori noti conduce ad un valore ottimale della correlazione pari a JDN 588159 con un'incertezza pari a poco meno di 35 anni in più e in meno, che risulta essere prossimo al valore ottenuto da Mukerji nel 1930. Deve essere comunque chiaro che il presente lavoro deve essere considerato preliminare e con finalità esplorative tese a considerare il problema della correlazione da un'angolazione diversa dalle solite a cui siamo abituati leggendo gli articoli pubblicati sull'argomento. Il risultato importante di questo lavoro non è l'aver determinato un valore ottimizzato della costante di correlazione, ma la sua incertezza temporale, vale a dire circa 35 anni, e l'aver messo in evidenza che per ora non è possibile ottenere risultati di precisione maggiore. Questo perché l'esecuzione di una procedura di ottimizzazione simultanea applicata a tutti i dati storici, archeologici e astronomici Maya di cui esista una collocazione cronologica affidabile potrebbe permettere di raggiungere un'accuratezza dell'ordine di 1 o 2 anni (o forse anche meno) sul valore della costante di correlazione tra il Lungo Computo (MD) ed il calendario occidentale, giuliano o gregoriano che si decida di utilizzare, contribuendo, forse, a risolvere definitivamente il problema.

#### BIBLIOGRAFIA

Aveni A. F., 1993, *Ancient Astronomers*, Smithsonian Exploring The Ancient World series,

St. Remy Press.

Aveni A. F., 2001, *Skywatchers of Ancient Mexico*, University of Texas Press, Austin and London.

Böhm B., V. Böhm, 1996, "Results of Mayan Astronomy in the Dresden Codex and Correlation of the Maya System of Dating with the Christian One", *XIII Interntl. Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences*, Proceedings, Forlì (Italy), pp. 544-545.

Böhm B., V. Böhm, 1999, "The Dresden Codex: the Book of Mayan Astronomy", *America Antiqua III*, Yearbook of the Flemish Institute for American Cultures

Böhm B., V. Böhm, 2003, "Preliminary Report on the Analysis of the Prague Codex Deposited in the Collections of Náprstek's Museum in Prague", *Annals of the Náprstek Muzeum*, 24, pp. 1-12.

Coe M. D., 1968, *Americas First Civilization*, American Heritage, New York.

Coe M. D., 1972, *The Maya*, Suffolk.

Knorozov J. V., 1963, *Pismennost' indějcev Maja*, Leningrad publ., Moskva.

Knowlton T., 2003, "Seasonal Implications of Maya Eclipse and Rain Iconography in the Dresden Codex", *J. Hist. Astr.*, 34 part 3, pp. 291-303.



- Landa F. D. de, 1978, *Relación de las cosas de Yucatán*, Editorial Porrúa, Mexico.
- Morley S.G., 1956, *The Ancient Maya*, University Press, Stanford, USA.
- Ringle W.M., Bey G., Peraza C.L., 1991, "An Itza Empire in Northern Yucatan? A Neighboring View", *47<sup>th</sup> International Congress of Americanists*, New Orleans.
- Ruz A., 1981, *El pueblo Maya*, Salvat, México.
- Santos G. J., 1981, *Los Mayas y las incognitas del imperio antiguo*, PARANINFO s. a., Madrid.
- Teeple J.E., 1926, "Maya Inscriptions: the Venus Calendar and Another Correlation", *American Antropologist*, 28, 2, pp. 402-408.
- Thompson J. E., 1962, *A Catalog of Maya Hieroglyphs*, University of Oklahoma Press, Norman.
- Thompson J. E., 1935, "Maya Chronology: the Correlation Question", *Contr. American Archaeology*, 14, pp. 55-102.
- Verbelen F., 1993, *Solar Eclipses in the Mexican Region from AD 1 to AD 1600*, Rep. Vlaams Inst. Voor Amerik. Kult., Machlin, Belgium.
- Verbelen F., 2001, "Eclipse Cycles and the Pages 51 to 58 of the Dresden Codex", *America Antiqua III, Jaarboek Annales 2000*, International Flemish Institute for American Cultures, pp. 49-55.
- Verbelen F., 1993, *Solar Eclipses in the Mexican Region from AD 1 to AD 1600*, Rep. Vlaams Institute Voor Amerik. Kult., Machlin, Belgium.
- Villacorta J. A., C. A. Villacorta, 1930, *Códices Mayas*, Tipografía Nacional, Guatemala.
- Vollemaere A. L., 1994, "Forget the GMT correlation!", *America Antiqua III*, Interntl. Flemish Inst. for American Cultures, p. 132.
- Wicke C. R., 1966, *Olmec. An Early Art Style of Precolumbian Mexico*, University of Arizona Press, Tucson.

---

**Adriano Gaspani**, nato a Bergamo, il 23 Marzo 1954. Dal 1981, fa parte dello staff dell'Osservatorio Astronomico di Brera (Milano), afferente all' I.N.A.F. (Istituto Nazionale di Astrofisica - Roma). Membro della S.I.A. (Società Italiana di Archeoastronomia) sin dalla sua fondazione, svolge le sue ricerche nel campo dell'Archeoastronomia con particolare riferimento ai periodi protostorico e medioevale in Europa e relativamente al perfezionamento delle tecniche di rilevamento dei siti archeologici di rilevanza astronomica e dell'analisi dei dati raccolti. Fino ad ora ha pubblicato 19 volumi dedicati allo studio delle antiche popolazioni dal punto di vista astronomico, matematico, geometrico, simbolico e metodologico.

[adriano.gaspani@brera.inaf.it](mailto:adriano.gaspani@brera.inaf.it)