

La riforma gregoriana del calendario

Le ascendenze astronomiche e religiose nel calendario gregoriano

Pubblichiamo, in occasione del 400° anniversario della riforma gregoriana del calendario, un articolo del professor Edoardo Proverbio, direttore dell'osservatorio astronomico universitario di Cagliari. Dello stesso autore è appena uscita presso le nostre edizioni, l'Enciclopedia dell'Universo.

Il problema del computo del tempo, legato alla necessità di stabilire o prevedere la data in cui si verificano certi eventi di rilevante importanza per la vita civile e per le pratiche religiose, ha le sue radici in tempi remotissimi. Già in epoca preistorica, nel neolitico e nel paleolitico superiore, sembra ormai accertato che gli uomini ricorressero a complesse osservazioni del Sole, della Luna e delle stelle più brillanti al fine di fondare una cronologia astronomica che permettesse loro di prevedere il manifestarsi di giorni e festività riservati alle solennità civili o ai riti e alle cerimonie del culto, o comunque connesse con l'attività produttiva, allora prevalentemente rivolta alla pastorizia e all'agricoltura.

Gli strumenti su cui basare una tale cronologia furono, sin dall'inizio, fondati sull'osservazione di fenomeni periodici legati al moto del Sole e della Luna. Il giorno solare, il mese lunare (o mese sinodico e cioè l'intervallo fra due successive lunazioni) e l'anno solare astronomico (o anno tropico) costituirono infatti le unità di misura in cui vennero stabilite le più antiche cronologie e

le regole tecniche di computo delle ricorrenze e dei giorni festivi, che costituiscono appunto la base per la costruzione di un calendario.

L'introduzione di tali regole è resa necessaria dal fatto che tutti i calendari antichi e moderni sono fondati su periodi, i cosiddetti mesi civili e anni civili, costituiti necessariamente da un numero intero di giorni, mentre la durata del mese lunare e dell'anno solare è data da un numero di giorni non intero. La durata del mese sinodico e dell'anno tropico risulta infatti rispettivamente di 29,53059 giorni e di 365,24220 giorni. Queste durate non sono rigorosamente costanti, tuttavia le loro variazioni sono talmente piccole e incerte (inferiori al secondo per secolo) da non presentare alcun interesse per il computo di un calendario.

Il calendario solare di Giulio Cesare

Come si può facilmente intuire la costruzione di un calendario richiede che venga preventivamente fissata la durata del periodo o dei periodi (mese o anno) rispetto ai quali il calendario è costruito, e che venga fissata inoltre l'origine di questi periodi rispetto al manifestarsi di eventi astronomici facilmente rilevabili dalle osservazioni. Inoltre devono essere date tutte quelle regole attraverso cui sia possibile calcolare e quindi prevedere nell'ambito del calendario i giorni corrispondenti a determinate solennità.

Poiché l'attività dell'uomo è stret-

tamente legata al ciclo solare diurno e annuo è logico pensare che la realizzazione di un calendario venisse fondata su tali cicli. In realtà i più antichi calendari furono tutti basati sul mese lunare. Ciò è dovuto al fatto che il periodo della lunazione, legato alle fasi lunari, è facilmente osservabile. Tale ciclo venne quindi impiegato anche per fissare e prevedere il verificarsi dei fenomeni, come l'inizio delle stagioni e dell'anno, che dipendono invece dal corso del Sole, il cui periodo annuo venne precisato e fissato molto più tardi della definizione del mese sinodico lunare. Allorché, in seguito a una migliore conoscenza della durata dell'anno solare, si tentò di semplificare le regole su cui erano fondati gli antichi calendari lunari o luni-solari con l'introduzione di calendari rigorosamente solari, la definizione di gran parte delle festività liturgiche e rituali era così radicalmente legata al ciclo lunare da rendere estremamente complessa la definizione di queste festività nell'ambito dei nuovi calendari.

Se a ciò si aggiunge che sin dall'istituzione della legge mosaica venne introdotto nel calendario ebraico e successivamente in quello romano il periodo di sette giorni, la settimana, che non presenta alcun collegamento col calendario astronomico, si può ben capire la complessità dei problemi che si presentavano e si presentano nella elaborazione di un calendario (1).

Di fronte a tali problemi si trovò Giulio Cesare allorché si rese conto

dell'opportunità di modificare l'antico calendario romano luni-solare definitivamente elaborato sotto i Decemviri (551 a.C.). La rozzezza di questo calendario era tale che all'epoca della riforma le date civili precedevano di circa tre mesi quelle astronomiche. Così il solstizio d'estate cadeva all'incirca nel calendario pregiuliano all'equinozio di autunno e, al fine di sanare questo divario, l'anno della riforma (46 a.C.) venne portato da Giulio Cesare da 335 giorni, quanti ne avrebbe previsto il calendario pregiuliano, a 445 giorni.

Dietro suggerimento, secondo quanto attesta Plinio, dell'astronomo alessandrino Sosigene, Giulio Cesare fissò poi la durata dell'anno solare in 365,25 giorni, e sulla base di questo dato costruì il nuovo calendario solare. Come è noto la riforma giuliana consistette nell'introduzione di un ciclo quadriennale, costituito da tre anni di 365 giorni e di un anno formato invece da 366 giorni. La durata di tale ciclo costi-

tuito da $(365 \times 3 + 366) = 1461$ giorni, corrisponde esattamente all'introduzione di un anno solare di 365,25 giorni, avendosi infatti $365,25 \times 4 = 1461$ giorni.

Il giorno supplementare o intercalare nell'anno di 366 giorni venne fissato da Cesare nello stesso luogo occupato nel calendario pregiuliano dal cosiddetto mese Mercedonio, che cadeva subito dopo il 23 febbraio, giorno in cui si celebrava la festa dei Terminali (*Terminalia*) (2). Poiché nella numerazione del calendario romano (pregiuliano e giuliano) tale giorno era denominato «sesto giorno prima dell'inizio del mese di marzo», il giorno intercalare venne denominato *bis sexto*, da cui il nome di bissestili o bisestili con cui ancora oggi si indicano gli anni cosiddetti intercalari nel calendario gregoriano.

È interessante osservare che l'anno primo del calendario giuliano, corrispondente all'anno 709 dalla fondazione di Roma e all'anno 45 avanti Cristo, secondo la cronologia istitui-

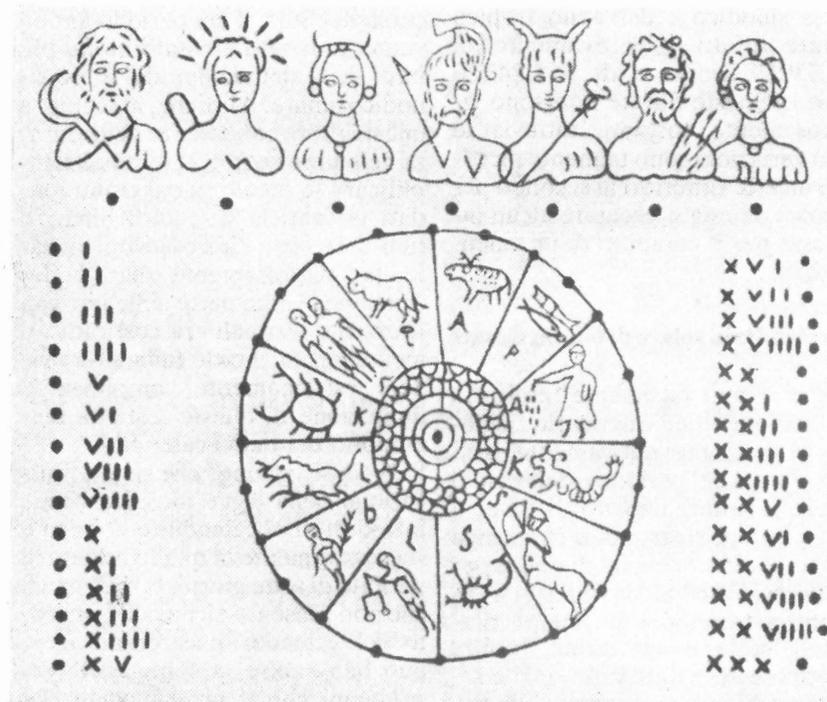
ta nel VI secolo dopo Cristo da Dionigi il Piccolo, venne fatto iniziare anziché col giorno del solstizio d'inverno, ciò che avrebbe assunto un preciso significato astronomico nell'ambito di un calendario solare, con il giorno del primo plenilunio seguente tale solstizio (3). Questo fatto conferma il ruolo importante che i cicli lunari avevano assunto nell'antica cronologia. Fissato l'inizio dell'anno, Cesare stabilì che il primo anno della nuova era dovesse essere un anno bisestile, costituito cioè da 366 giorni e che l'anno venisse suddiviso in dodici mesi solari (4): Ianuarius (31 giorni), Februarius (28 o 29 giorni), Martius (31 giorni), Aprilis (30 giorni), Maius (31 giorni), Iunius (30 giorni) Quintilis (31 giorni), Sextilis (31 giorni), September (30 giorni), October (31 giorni), November (30 giorni), December (31 giorni). Egli collocò inoltre la data dell'equinozio primaverile, giorno in cui la durata del dì e della notte è esattamente di 12 ore, il 24 marzo (5).

La riforma giuliana del calendario fu seguita da un lungo periodo di confusione e di equivoci che portarono a una non corretta intercalazione dei giorni bisestili (6), e solo a partire dall'anno 8 dopo Cristo, in seguito alla sistemazione apportata al calendario da Augusto, il calendario giuliano costituì una base sicura per la determinazione delle feste mobili e fisse nell'ambito dell'impero e successivamente della cristianità.

Il calendario ecclesiastico

Se il calendario civile romano era un calendario rigorosamente solare, molte festività celebrate nelle religioni dell'impero romano erano invece legate al ciclo lunare, fra queste, in particolare, la festa degli azzimi (7), in ricordo della liberazione e del passaggio degli ebrei nel deserto, che si celebrava il 14 del mese lunare di Nisan, primo mese dell'antico calendario ebraico che cominciava l'anno con l'inizio della primavera. Essa cadeva nel primo plenilunio dopo l'equinozio di marzo. (8).

Le prime testimonianze della celebrazione di una Pasqua da parte del-



Calendario romano inciso su pietra con l'indicazione dei mesi, dei giorni e delle settimane

le comunità cristiane, il cui significato veniva ora associato alla passione e alla resurrezione di Gesù, risalgono al II e III secolo. Quantunque nei primi secoli si svolgessero polemiche talvolta assai vivaci in merito alla data e al significato da dare alla Pasqua, sembra sia prevalsa, in accordo con la tradizione ebraica, la regola di celebrare tale solennità la domenica seguente il primo plenilunio dopo l'equinozio di primavera. Poiché tale data è legata al ciclo lunare, che come si è visto non è commensurabile al ciclo solare annuo, sorse subito il problema di stabilire regole relativamente semplici che permettessero il computo della solennità pasquale, in modo che la Pasqua venisse celebrata nello stesso giorno dalle diverse chiese cristiane. Il primo concilio ecumenico di Nicea, promosso da papa Silvestro I nell'anno 325 d.C., affrontò il problema della definizione della Pasqua. In questo concilio la chiesa di Roma adottò l'anno civile romano riformato da Giulio Cesare e fissò la durata di una lunazione (mese sinodico) in modo tale che 19 anni giuliani di 365,25 giorni corrispondessero esattamente a 235 lunazioni (9). Esso stabilì inoltre, in accordo con la tradizione ebraica e delle prime comunità cristiane, che la Pasqua dovesse essere celebrata la prima domenica dopo il plenilunio che segue o coincide con l'equinozio di primavera. La data di tale equinozio, fissata come si è detto da Cesare il 24 marzo, venne inoltre stabilita il 21 dello stesso mese. La necessità dello spostamento della data dell'equinozio, che corrispondeva all'epoca del concilio di Nicea alla vera posizione dell'equinozio, è causata come sappiamo dal fatto che l'anno solare giuliano di 365,25 giorni è più lungo di 0,0078 giorni, ossia di 11 minuti e 14 secondi circa, dell'anno solare astronomico che, come si è detto, risulta di 365,2422 giorni. Ciò porta a uno sfasamento fra il calendario civile e della chiesa e l'inizio astronomico delle stagioni di un giorno ogni $(1/0,0078) = 128$ anni circa. Si capisce quindi come all'epoca del concilio di Nicea la data dell'equinozio anticipava di circa tre giorni quella fissata da Cesare, il che giustamente

indusse il concilio a spostare la data dell'equinozio dal 24 al 21 marzo (10).

Per quanto riguarda il computo della Pasqua, basato sul calcolo delle date dei pleniluni, esso veniva determinato in base al ciclo diciannovenale di Metone. Se si assume infatti che esiste una rigorosa corrispondenza fra il periodo di 19 anni solari e 235 lunazioni, come deliberato dal concilio di Nicea, si ha che l'istante in cui si verifica un plenilunio resta invariato da ciclo a ciclo. Stabilita quindi una volta per tutte la data in cui si verifica un tale evento per ognuno degli anni del ciclo diciannovenale è facile calcolare la data in cui cade un plenilunio o un novilunio in un qualsiasi altro anno seguente o precedente. Nei primi secoli la cronologia rispetto alla

quale veniva fissato un determinato anno del calendario civile o religioso era generalmente riferita alla cosiddetta «era di Diocleziano».

Nella prima metà del VI secolo il monaco scita naturalizzato romano Dionigi il Piccolo, cosiddetto a causa della sua statura, introdusse e fissò tuttavia il primo anno della cosiddetta «era cristiana» (primo anno dopo Cristo) cominciandolo dal gennaio seguente alla nascita del Redentore (11), in corrispondenza all'anno 754 della fondazione di Roma. Egli stabilì inoltre che l'anno 532 di detta era corrispondesse all'anno 248 dell'era di Diocleziano. Dionigi il Piccolo elaborò inoltre un metodo per il computo della Pasqua, basato sul ciclo diciannovenale, stabilendo che il primo anno del primo di questi cicli corrispon-



Calendario azteco scolpito su un disco di pietra

desse a quello che storicamente si chiamò anno I a.C. ma che astronomicamente è l'anno «zero» della nuova era cristiana (12). I calcoli condotti da Dionigi mostrarono che il primo novilunio cadeva in quell'anno il 23 gennaio. Questa dunque risultò la data del primo novilunio del primo anno di ogni ciclo successivo. Stabilita la durata di un mese lunare in 29 e 30 giorni e le regole in cui tali mesi si alternavano all'interno di ciascun ciclo, adottato inoltre il principio che la Luna piena si verifica quattordici giorni dopo la luna-zione, cominciando questa non dal giorno in cui la Luna si congiunge col Sole ma dal giorno susseguente, in cui appare la prima sottilissima falce, venne elaborato un Calendario perpetuo, su base diciannoven-nale, che dava l'inizio dei noviluni per ciascun mese solare dell'anno del ciclo di diciannove anni e quindi la possibilità di calcolare agevolmente per ciascun anno la data della Pasqua. (13).

Data l'importanza che veniva con ciò ad assumere nel calendario antico della chiesa la collocazione di ciascun anno dell'era cristiana nell'ambito del ciclo diciannoven-nale, il numero che indicava questa collocazione all'interno di un tale ciclo in corrispondenza di un generico anno venne chiamato «numero d'oro»

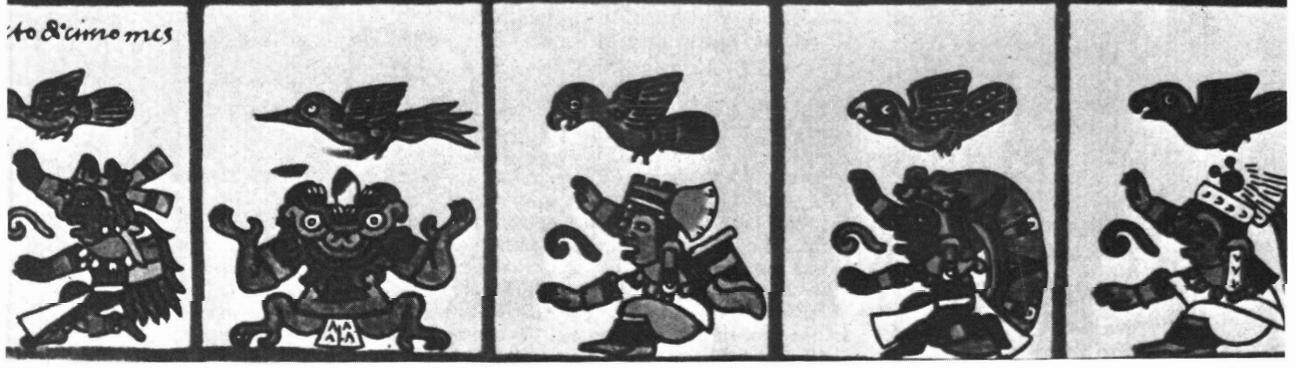
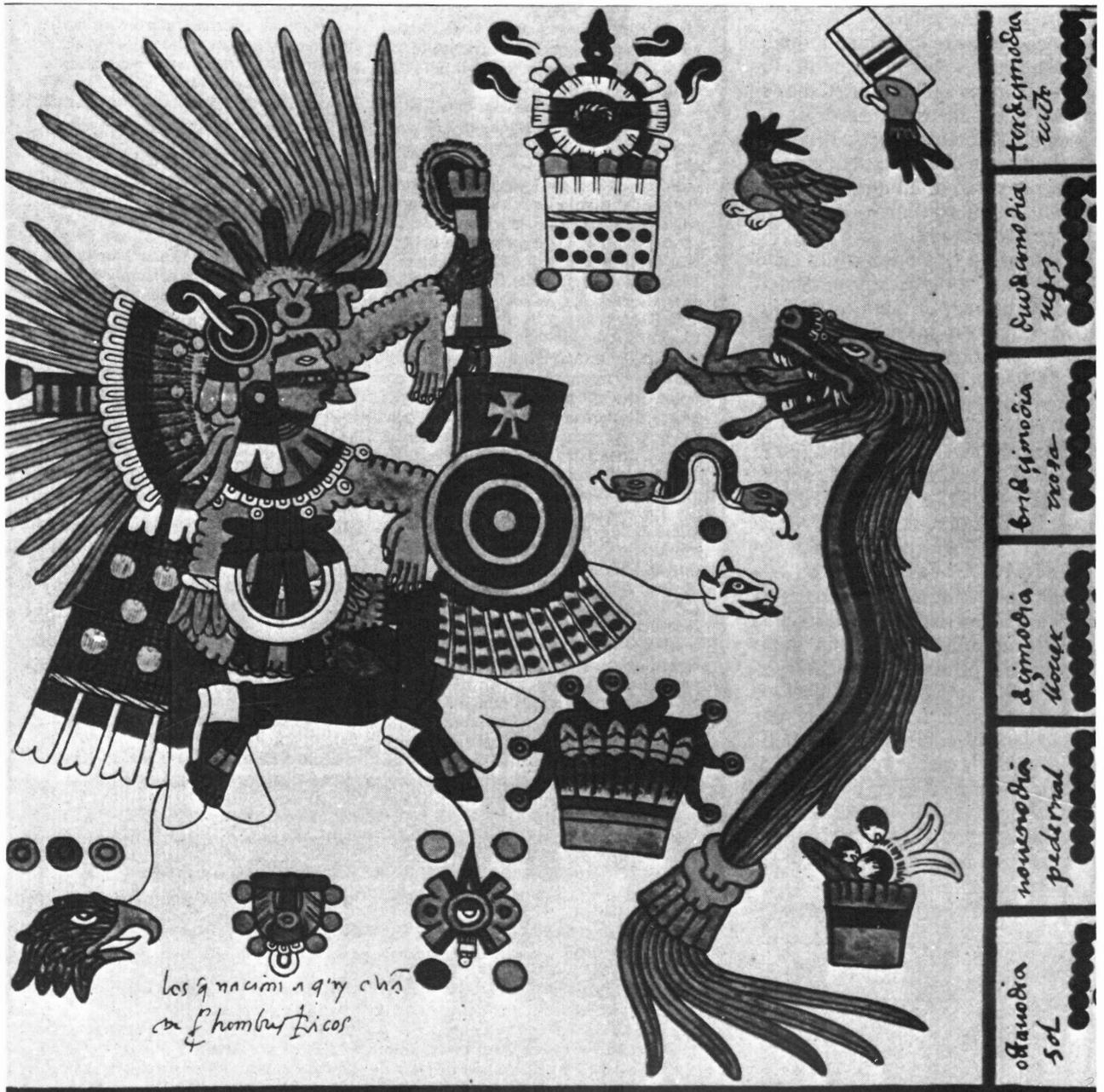
poiché era indicato con caratteri dorati nel calendario ecclesiastico. Poiché, come si è detto, il primo ciclo venne iniziato nell'anno zero (a cui corrisponde il «numero d'oro» 1) e concluso con l'anno 18 d.C., appare chiaro che il «numero d'oro» corrispondente a un generico anno X sarà dato dal resto della divisione $(X+1): 19$. Così il «numero d'oro», secondo l'antico calendario ecclesiastico, corrispondente all'anno 1983 risulta 8, essendo $(1983+1) = (19 \times 104) + 8$. E poiché in corrispondenza di tale «numero d'oro», secondo il calendario perpetuo giuliano, il primo plenilunio che segue l'equinozio di primavera cade il 19 aprile, la Pasqua per l'anno 1983 dovrebbe essere celebrata la domenica successiva a tale data. Si può comprendere a questo punto quale importanza assume, nel contenuto del calendario ecclesiastico, la possibilità di mettere i giorni della settimana in correlazione con la data, o, in altre parole, di definire la posizione dei giorni della settimana e quindi delle domeniche rispetto all'anno. Nell'ambito del calendario giuliano questa correlazione risulterebbe relativamente semplice se si pensa che nel corso di 28 anni i giorni della settimana ritornano in correlazione con i giorni del mese e dell'anno. In as-

senza degli anni bisestili questa corrispondenza si avrebbe, come è facile intuire, ogni 7 anni, ed è appunto lo sfasamento di 1 giorno ogni 4 anni per l'inserimento dei giorni bisestili, che porta invece a ritrovare il principio dell'anno nello stesso giorno della settimana ogni $4 \times 7 = 28$ anni. Questo periodo venne chiamato «ciclo solare» e, secondo i calcoli fatti da Dionigi, come primo anno del ciclo solare venne adottato l'anno bisestile 9 a.C. (-8 nella numerazione astronomica) in cui il primo giorno dell'anno cadeva il lunedì. Il primo giorno dell'anno successivo (anno 8 a.C.), essendo trascorsi 366 giorni, equivalenti a 52 settimane più 2 giorni, risultò invece mercoledì. Andando avanti col calcolo e tenendo conto dei successivi anni comuni e bisestili si possono agevolmente calcolare i giorni della settimana corrispondente all'inizio dell'anno per tutti gli anni di un ciclo solare. Si otterrà così una sequenza, (come quella riprodotta nella tabella a) nella quale a ciascun anno di un generico ciclo solare sarà associato il giorno corrispondente all'inizio dell'anno, indicato per consuetudine con le prime sette lettere dell'alfabeto. Queste lettere sono state chiamate «lettere domenicali», poiché permettono di stabilire facilmente la data in cui cade la

Anno del Ciclo Solare	Lettere Domenicali	Giorno di inizio dell'anno	Data della prima Domenica	Anno del Ciclo Solare	Lettere Domenicali	Giorno di inizio dell'anno	Data della prima Domenica
1	G	Lunedì	7	15	C	Venerdì	3
2	E	Mercoledì	5	16	B	Sabato	2
3	D	Giovedì	4	17	A	Domenica	1
4	C	Venerdì	3	18	F	Martedì	6
5	B	Sabato	2	19	E	Mercoledì	5
6	G	Lunedì	7	20	D	Giovedì	4
7	F	Martedì	6	21	C	Venerdì	3
8	E	Mercoledì	5	22	A	Domenica	1
9	D	Giovedì	4	23	G	Lunedì	7
10	B	Sabato	2	24	F	Martedì	6
11	A	Domenica	1	25	E	Mercoledì	5
12	G	Lunedì	7	26	C	Venerdì	3
13	F	Martedì	6	27	B	Sabato	2
14	D	Giovedì	4	28	A	Domenica	1

Tabella a - Corrispondenza fra ciascuno degli anni del Ciclo Solare ed il giorno corrispondente all'inizio dell'anno, indicato con la cosiddetta Lettera Domenicale, secondo il calendario antico della Chiesa.

110



Calendario maya: accanto alle illustrazioni la didascalia dell'immagine in lingua spagnola

prima domenica di ciascuno degli anni di un ciclo solare.

E poiché è facile calcolare a quale anno del ciclo solare corrisponda un qualsiasi anno dell'era cristiana, si capisce che il metodo introdotto da Dionigi il Piccolo permette di calcolare la data di ciascuna delle domeniche nel corso di un anno e, attraverso il «numero d'oro», la data in cui cade la Pasqua.

Per trovare a quale anno del ciclo solare corrisponda un generico anno X, basta, per quanto stabilito in precedenza in merito alla origine dello stesso ciclo, effettuare la divisione (X+9): 28, il cui resto dà appunto l'anno del ciclo corrispondente all'anno X.

Così l'anno 1983, a cui corrisponde il numero d'ordine 4 del ciclo solare avendosi $(1983+9) = 28 \times 71 + 4$, si apre, nell'antico calendario della chiesa, con il giorno di venerdì e un semplice calcolo porta a stabilire che la domenica successiva al 19 aprile corrispondente, come si è visto, al primo plenilunio dopo l'equinozio primaverile cade il 25 aprile dello stesso anno. Questa è dunque la data della Pasqua per l'anno 1983 secondo l'antico calendario ecclesiastico. Per mezzo di questo apparato venne calcolata la data della Pasqua e delle altre feste mobili a questa legate praticamente sino all'introduzione della riforma gregoriana (14).

(1 - continua)



Antico calendario dell'epoca romana, ritrovato negli scavi archeologici di Pompei

NOTE

(1) Non è chiaro quando la settimana venne gradualmente inserita nella pratica del calendario romano, forse già nel I o II sec. a. C.

Prima dell'era cristiana il periodo di sette giorni, di derivazione babilonese, era tuttavia in uso nella cronologia astrologica che faceva riferimento ai sette pianeti (compresi il Sole e la Luna) noti nell'antichità, i cui nomi erano tratti da divinità pagane. Tali denominazioni furono conservate poi nell'uso cristiano. Si ebbero così per i sette giorni della settimana il *Dies Solis*, il *Dies Lunae*, il *Dies Martis*, il *Dies Mercurii*, il *Dies Jovis*, il *Dies Veneris* e il *Dies Saturni*. Nel calendario giuliano ufficiale, finché non diventò calendario della chiesa, gli unici periodi ufficialmente riconosciuti erano noti col nome di *nundinae*, in corrispondenza dei giorni di mercato, che cadevano ogni nove giorni computando quello di partenza e quello di arrivo. In tal modo, effettivamente, fra due *nundinae* successive era compreso un periodo di sette di.

(2) I *terminalia* erano così chiamati in onore del dio Termine e cadevano l'ultimo giorno dell'anno, che nel calendario pregiuliano si chiudeva appunto con il mese di febbraio.

(3) Il giorno del solstizio d'inverno venne fissato nel calendario giuliano il 25 dicembre. Tale data venne assunta durante il Medioevo come inizio dell'anno dell'era cristiana in alcuni paesi, assieme ad altre date: 1° marzo, 25 marzo e 1° gennaio che, come si è detto, è la data assunta come inizio dell'anno nel calendario giuliano. Nelle bolle papali si contavano gli anni dell'era cristiana a partire invece dal 25 marzo, e cioè dalla presunta fecondazione di Maria.

(4) Nell'antico calendario romano, all'epoca di Romolo, l'anno iniziava dall'equinozio di primavera ed era composto da soli dieci mesi denominati: *Martius* dedicato a Marte, *Aprilis* sacro ad Apollo, *Majus* in onore di Giove, *Junius* dedicato a Giunone, *Quintilis* ossia quinto mese, *Sextilis*, *September*, *October*, *November*, *December*. Solo successivamente, pare sotto Numa Pompilio vennero aggiunti altri due mesi: *Ianuarius* sacro a Giano e *Februarius* dedicato a Plutone (Februus). Nel 44 a. C. il nome di *Quintilis* venne mutato con decreto del senato in *Julius* (luglio) in onore di Giulio Cesare e successivamente, nell'anno 8 d.C. il nome di *Sextilis* diventò *Augustus* (agosto) in onore dell'imperatore.

(5) Gli equinozi di primavera e di autunno e i solstizi d'estate e d'inverno vennero fissati nel calendario giuliano alle date 24 marzo, 24 settembre e 24 giugno, 25 dicembre. Queste date indicavano le epoche di mezzo delle stagioni e non i principi, come in uso attualmente. Questi ultimi venivano contati rispettivamente, secondo Plinio il Vecchio, a partire dall'8 febbraio (inizio della primavera), 10 maggio (inizio dell'estate), 12 agosto (inizio dell'autunno) e 11 novembre (inizio dell'inverno).

(6) L'errore è attribuito al fatto che i

pontefici a cui era attribuito il compito di applicare la riforma interpretarono la frase *quarto quoque anno* nel senso che il giorno intercalare doveva essere inserito nel calendario all'inizio di ogni quarto anno e cioè ogni tre anni, invece di un giorno ogni quattro come previsto da Cesare.

(7) Il termine ebraico è *pesàh*, trascritto in greco e latino *pascha* è divenuto poi pasqua.

(8) Celebrazioni e cerimonie propiziatorie legate all'inizio della primavera si trovano in quasi tutti i rituali e «misteri» delle antiche religioni orientali. Queste feste pasquali, come quella denominata *akitu* e celebrata secondo uno stesso schema in Babilonia e in altre città, o il rito orientale di Attis celebrato a Roma fino al III e IV secolo il 25 di marzo, si collegano con i nuovi culti di salvezza propri delle prime comunità cristiane.

(9) La corrispondenza fra 19 anni solari e 235 mesi sinodici venne stabilita nel V secolo a.C. dall'astronomo greco Metone e il periodo corrispondente prese il nome di «ciclo metonico».

(10) È poco probabile che lo spostamento della data dell'equinozio operato dal concilio di Nicea fosse dovuto alla sensazione che l'anno giuliano risultasse inadeguato. Tale spostamento venne probabilmente attribuito a un errore di Giulio Cesare nel computo dell'inizio dell'equinozio di primavera o a errori intervenuti successivamente nella intercalazione dei bissesti.

(11) Sulla controversa questione della data di nascita di Gesù si veda il recente articolo di D.N. Hughes, *The Star of Bethlehem* («Nature», vol. 264, 1976, p. 513), che colloca questa data presumibilmente nel mese di ottobre dell'anno 7 a.C., e l'articolo di J. P. Parisot, *Sur la réalité astronomique de l'étoile de Bethléem* («L'Astronomie», 19, 1981, p. 549).

(12) Convenzionalmente il I secolo dell'era cristiana finì col 31 dicembre dell'anno 100 d.C. Così la fine del XX secolo cadrà il 31 dicembre dell'anno 2000 e il XXI secolo inizierà col 1° gennaio 2001.

(13) Dopo il concilio di Nicea vennero usati per l'iscrizione nel ciclo solare dei mesi lunari due procedimenti diversi. Si ebbe così un calendario romano dei latini e un calendario romano dei greci e degli alessandrini. La contesa venne risolta nel 532 a seguito della riforma del calendario introdotta da Dionigi il Piccolo.

(14) Le feste mobili che dipendono dalla Pasqua secondo il calendario ecclesiastico sono: la settuagesima (63 giorni prima), le ceneri (46 giorni prima), la prima domenica di quaresima (42 giorni prima), domenica delle Palme (7 giorni prima), le Rogazioni romane (36 giorni dopo), l'Ascensione (39 giorni dopo), la Pentecoste (49 giorni dopo), la SS. Trinità (56 giorni dopo), il Corpus Domini (60 giorni dopo). Fra le feste mobili si considera anche l'ultimo giorno di carnevale (il giorno che precede le Ceneri), la prima domenica dell'Avvento romano (la domenica più vicina al 30 novembre) e le cosiddette Quattro Tempora.

1582: la riforma gregoriana del calendario

Tentativi di riforma

La data della Pasqua per l'anno 1983 secondo il calendario giuliano viene a cadere dunque il 25 aprile, e cioè ben 22 giorni dopo la data con la quale viene celebrata oggi questa solennità religiosa cristiana dalla chiesa secondo il nuovo calendario gregoriano. Ciò mostra eloquentemente l'inadeguatezza del calendario antico della chiesa.

Già a partire dall'VIII secolo il Venerabile Beda (672-735) e il monaco inglese Alcuino (735-804) avevano tuttavia notato che l'equinozio di primavera cadeva regolarmente prima della data stabilita dal calendario. A questo fenomeno, dovuto, come si è detto, alla non esatta corrispondenza dell'anno giuliano con l'anno tropico e che già all'inizio dell'VIII secolo portava l'equinozio a precedere di circa tre giorni la data fissata nel concilio di Nicea, si aggiunse nel calendario della chiesa una seconda irregolarità relativa al computo della Pasqua. Quest'ultima, dipendente dal ciclo lunare, veniva calcolata, come si è visto, in base al ciclo diciannovennale di Metone, ponendo cioè la durata di 235 mesi lunari eguale alla durata di 19 anni giuliani e cioè a $(19 \times 365,25) = 6939,75$ giorni. Ciò portava ad accettare una durata del mese lunare di $(6939,75:235) = 29,5309$ giorni circa.

Poiché la durata del mese sinodico risulta in realtà di 29,5306 giorni circa, ciò porta nell'intervallo di un ciclo metonico di 19 anni a uno sfa-

samento della data dei pleniluni calcolati e quindi della Pasqua di circa 0,0614 giorni, ovvero all'anticipo di un giorno ogni 309 anni rispetto alle epoche dei veri pleniluni.

Durante l'alto Medioevo, col risorgere dell'interesse per le osservazioni astronomiche e col miglioramento delle tecniche osservative, la sensazione che la durata dell'anno tropico e del mese lunare accettate dal concilio di Nicea fossero alquanto imprecise portò alla elaborazione delle prime proposte tendenti a una riforma del calendario giuliano ed ecclesiastico.

Tale riforma, come quella giuliana, richiedeva sostanzialmente che venissero tuttavia soddisfatte due condizioni, la prima di carattere astronomico, la seconda di natura ecclesiastica. In primo luogo dovevano essere determinate e note con una accuratezza ben maggiore di quella su cui si erano basati gli antichi, la data dell'equinozio e la durata dell'anno solare e del mese lunare. In secondo luogo doveva essere elaborato un nuovo meccanismo per la costruzione di un calendario civile e un procedimento per il computo, nell'ambito di questo calendario, della Pasqua e delle feste mobili, che si presentasse di facile applicazione. Diciamo subito che queste due imprese sono nel contempo difficili e contraddittorie, nel senso che una migliore precisione nella definizione degli elementi astronomici richiesta per migliorare il calendario non poteva non mettere in evidenza l'assoluta incommensurabilità tra

l'anno solare e il mese lunare e quindi la pratica impossibilità di trovare, soprattutto per la definizione della Pasqua, un meccanismo sufficientemente semplice basato sull'uso di cicli solari e lunari, come quello su cui era fondato l'antico calendario civile e della chiesa. Era ben presente infatti alla gerarchia ecclesiastica la esigenza prioritaria di proporre delle regole per la definizione dell'anno civile e per il calcolo della Pasqua che fossero accettate dalle diverse chiese cristiane e applicate senza errori, così come era accaduto nei primi decenni di applicazione della riforma giuliana. Possiamo dunque dire che il lunghissimo travaglio, durato quasi nove secoli, che precedette la riforma gregoriana, se può essere in parte spiegato con le difficoltà che trovavano gli astronomi a proporre un valore dell'anno tropico sufficientemente attendibile, è certamente, e in alcune circostanze prevalentemente dovuto alla complessità delle proposte e ai dubbi e alle preoccupazioni della chiesa sulle possibili conseguenze di una tale riforma nei suoi risvolti ecclesiastici, ma anche in quelli che toccavano i suoi rapporti con le altre chiese, con gli altri stati e con l'impero.

La storia della riforma gregoriana è dunque data dallo svilupparsi e dall'intrecciarsi di più storie parallele e in un certo senso autonome, l'una legata allo sviluppo delle nostre conoscenze astronomiche, le altre connesse con i problemi più propriamente calendaristici, liturgici e



SSENDO Piu tempo stato ricordato: & proposto alla Sancta del Papa nel Concilio che / si tiene a Roma In San Giouanni laterano. La correctione del Calédario Romano: il quale si uede eller molto trascorso & uariato dalla ordinatione anticha rispetto al corso del Sole & del la luna: & pero hauere bisogno di correctione per celebra

re atempti debiti la passione: & resurrexione del nostro signore Yhu Xpo. Et hauendo la sua Beatitudine altra uolta p sua Breue Inuitato & conuocato a Roma tueti gli Astrologi Theologi & huomini docti / In simile materia non obstante: che molti sieno iti la: & alla presentia disputato: & detto quello che ne occorre loro: & altri per loro scripti habbino fatto il medesimo effecto. Non dimeno desiderando terminare / questa materia In detto Concilio rotalmente & con pace: & spirituale consolatione di tueti esse de Il xpiani. Per nuouo suo Breue: ha significato & ricercho. Dagli Excelli Signori Fiorentini che uogliono conuocare: Inuitare & mandare a Roma: & quelli che non potessino andare la: impediti da cagione conueniente. Fare scriuere & mandare / la oppinione loro sopra questa materia: Accioche col parere: & resolutione: di piu sene possa fare migliore determinatione / La quale la sua Sancta uouole fare. Lultimo di Di Nouembre proximo futuro nel qual di si ha a tenere Sessione In detto Concilio. Donde noi Signori . P. di . L. & Gonfaloniere di iustitia del popolo Fiorentino. Per satisfare alla uolunta: & desiderio di sua Sancta & p aiutare anchora noi si laudabile opera Significiamo a tueti quanto e / scripto di sopra confortando ciaschuno per exaltatione della Sancta & uera fe / Catholica / per Benefitio della Chiesa: & p honore della sua Sancta fare quanto e / il desiderio della sua Beatitudine & nostra: &. Accioche ciaschuno possa intendere piu appuncto tueta questa materia & le difficulta che uis trouono drento: & la oppinione di molti esse facto. Stampare secondo: che sono stati mandati da Roma. Alcune propositioni: & modi Introducti / equali si terrano In cancelleria de detti Excelli Signori Fiorentini & sene potra fare Copia a tueti quelli che sara conueniente per condurre meglio al debito fine tueta questa materia.



della politica ecclesiastica.

Nel corso del XIII secolo, all'epoca della rinascita dell'astronomia, Roberto Grossatesta (1175-1253), Giovanni Sacrobosco (1190-1255), ambedue educati alla scuola di Oxford, Giovanni Campano (1240-1300 c.), astronomo e matematico presso la corte di Urbano IV e seguace della scuola di Parigi, e Ruggero Bacone (1214-1294) consigliarono, sulla base delle osservazioni fatte all'epoca di Tolomeo e dagli astronomi arabi, una correzione dell'equinozio di 1 giorno ogni 300 anni.

Successivamente, all'epoca del concilio di Costanza (1414-1418) il cardinale Pierre di Ailly (1350-1425), e di quello di Basilea (1431-1445) il vescovo di Bressanone, Nicolò Cusano (1401-1464), perorarono la necessità di una riforma del calendario sulla base del fatto che non solo l'equinozio ma anche la data della Pasqua cadeva in epoche che si prestavano alle critiche di ebrei e musulmani, e avevano già causato turbamento in alcune comunità settentrionali che volevano celebrare la Pasqua in giorni diversi da quelli stabiliti dalla chiesa.

La necessità di un intervento aveva spinto Sisto IV a invitare a Roma il celebre astronomo oltremontano Giovanni Muller detto Regiomontano (1436-1475), che si era occupato a fondo dei problemi del calendario, ma disgraziatamente la morte di Regiomontano, avvenuta poco dopo il suo arrivo a Roma, impedì questo tentativo.

Un interesse per la questione del calendario mostrò anche Giulio II a cui si deve la promozione del V concilio Lateranense (1512-1517) che così grande importanza riveste per la questione del calendario. Tuttavia, malgrado l'interesse di Giulio II e della corte estense, che incentivarono studi e ricerche in tal campo, alla morte di Giulio II (1513) ben poco era stato fatto per dare soluzione a tale problema. E ciò malgrado le sollecitazioni, soprattutto

da parte del segretario del duca di Urbino, il futuro vescovo di Fossombrone Paolo di Middelburg (1445-1534), che già nel 1488 aveva sollecitato un intervento del papa sulla questione (1).

Un notevole passo in avanti, anche se non decisivo, si ebbe tuttavia con l'assunzione al soglio pontificio di Leone X. Egli stabilì che il problema del calendario dovesse essere assegnato a una delle deputazioni del concilio Lateranense e cioè alla Deputazione della fede. Chiamò inoltre a Roma Paolo di Middelburg col compito di presiedere una apposita commissione per la riforma del calendario, come attesta Copernico nella lettera dedicataria a Paolo III del *De Revolutionibus*, e per predisporre il materiale da presentare alla successiva IX sessione del concilio (2). Tale sessione avvenne il 5 maggio 1514 e si concluse con un nulla di fatto e con un mandato al papa di richiedere suggerimenti e contributi ai principi e ai dotti di tutto il mondo cristiano sull'arduo problema del calendario.

Il 21 luglio Leone X emise un *Breve* per l'imperatore e per i sovrani dei maggiori stati, corredato da un *Primo Sommario*, probabilmente redatto dallo stesso Paolo di Middelburg, in cui si riassumono le proposte discusse nel concilio (3). Il 24 dello stesso mese seguì un secondo *Breve*, più o meno analogo al precedente inviato ai principi e ai capi di stato in generale, ai rettori e governatori di università e studi generali, ai professori di astronomia e teologia affinché dessero la loro opinione e i loro suggerimenti in merito al problema del calendario.

A questa azione interlocutoria del concilio fecero seguito un certo numero di contributi da parte di cultori di astronomia e in primo luogo dello stesso Paolo di Middelburg che redasse un *Primo Compendio* indirizzato ai membri della Deputazione della fede nel quale si precisano le sue proposte già elaborate e rese pubbliche in precedenza sulla

riforma del calendario (4).

Malgrado questo ulteriore tentativo operato dal papa e da Paolo di Middelburg si sa che le risposte, se pure parziali, e arrivate in numero limitato, erano così disparate e sollevavano tali contestazioni da complicare ancora di più i compiti della commissione. Leone X dovette quindi ancora una volta rinunciare a proporre una soluzione alle decisioni della decima seduta del concilio che avvenne il 25 maggio 1515. Il primo giugno dello stesso anno il papa pubblicò un nuovo *Breve*, pare associato a un *Secondo Sommario*, rivolto questa volta agli ordinari ecclesiastici, ai patriarchi, arcivescovi e vescovi in cui si esortava ancora una volta l'invio di scritti e la presenza a Roma di competenti in materia calendaristica (5). Dopo una lunga attesa, nel giugno dell'anno successivo 1516, il papa riunì i membri della commissione del calendario, probabilmente allargata ad altri esperti. Non si hanno tuttavia documenti sui lavori di questa commissione. Resta il fatto che Paolo di Middelburg, su richiesta di Leone X, pubblicò un *Secondo Compendio* nel quale è dato l'elenco dei corrispondenti, e sono riassunti i metodi principali che potrebbero preferirsi per la correzione degli errori del calendario (6). È in seguito a questo *Compendio* che Leone X pubblicò un terzo *Breve*, l'8 luglio 1516, diretto agli ordinari ecclesiastici e ai rettori delle università; un quarto *Breve* venne inviato pochi giorni dopo alle autorità ecclesiastiche e ai capi degli istituti scientifici, entrambi accompagnati da un nuovo *Compendio* in 13 punti (7). Accanto al grande sforzo di Leone X di portare a compimento l'impresa del calendario si ha tuttavia l'impressione che le opinioni degli esperti, malgrado la sollecitudine dell'imperatore Massimiliano e la pubblicità data alla questione (si veda la Fig. 1) non rispondessero alle aspettative del papa e di parte del concilio. È necessario sottoli-

Allo scopo di sollecitare l'intervento delle persone competenti sulla questione della riforma del calendario venivano affissi nelle chiese principali e in altri punti editti o schede come quello qui riprodotto e diffuso a cura della Repubblica fiorentina nel settembre 1516. Le prime *schedulae* apparvero a Roma il 15 gennaio 1514.

Anno del secolo

Secolo

						1600	1700	1800	1900
00	19	38	57	76	95	15	9	4	29
01	20	39	58	77	96	26	20	15	10
02	21	40	59	78	97	7	1	26	21
03	22	41	60	79	98	18	12	7	2
04	23	42	61	80	99	29	23	18	13
05	24	43	62	81		10	4	0	24
06	25	44	63	82		21	15	11	5
07	26	45	64	83		2	26	22	16
08	27	46	65	84		13	7	3	27
09	28	47	66	85		24	18	14	8
10	29	48	67	86		5	0	25	19
11	30	49	68	87		16	11	6	0
12	31	50	69	88		27	22	17	11
13	32	51	70	89		8	3	28	22
14	33	52	71	90		19	14	9	3
15	34	53	72	91		1	25	20	14
16	35	54	73	92		12	6	1	25*
17	36	55	74	93		23	17	12	6
18	37	56	75	94		4	28	23	17

Valore assunto dall'epatta nel calendario gregoriano per il periodo dal 1600 al 1999

neare tuttavia che il sostanziale accantonamento dell'impresa da parte del V concilio Lateranense (la undicesima e dodicesima, e ultima, sessione del concilio pare non si occuparono più del problema del calendario) non è solo da attribuire a motivi tecnici, ma anche a questioni di ordine politico. Se, come si è detto, l'impero si mostrava disponibile a collaborare con il papa, una posizione diversa venne assunta dalla Francia e forse anche dalla Svizzera e dai Paesi Bassi e ciò per motivi di carattere più generale legati alle diverse posizioni assunte da questi paesi sui temi di carattere pastorale trattati dal concilio.

Resta tuttavia il fatto che il V concilio Lateranense, pur non riuscendo a fornire soluzioni soddisfacenti, mise a nudo, fuori di ogni dubbio, gli errori del calendario della chiesa e mostrò la urgenza di una riforma sostanziale di questo calendario.

La riforma gregoriana del calendario

Il concilio Lateranense fu l'ultima occasione mancata di risolvere il problema del calendario attraverso

un concilio ecumenico. Il concilio di Trento (1545-63) aveva ben altri problemi da risolvere e neppure Pio IV e Pio V vennero alla soluzione del difficile compito. Allorché Gregorio XIII assurse al soglio pontificio nel 1572 la differenza fra il calendario della chiesa e l'anno astronomico ammontava ormai a circa 10 giorni. Il concilio tridentino d'altro canto aveva nella sua ultima sessione deliberato di affidare al pontefice il compito della correzione completa del calendario.

Nell'intervallo di tempo fra il concilio Lateranense e la nomina di Gregorio XIII ulteriori contributi vennero dati da parte di astronomi e di calendaristi al problema della riforma (8). Tuttavia nessuno di questi lavori conteneva proposte chiare e facilmente assimilabili da chi avrebbe poi dovuto procedere operativamente ad applicare la riforma. La preoccupazione infatti espressa da Copernico sulla scarsa precisione con cui erano noti i valori dell'anno tropico e del mese sinodico, non costituiva più, agli inizi degli anni 1570, anche in seguito al contributo di Copernico, la vera ragione della difficoltà ad attuare una revisione

del calendario. Anche la situazione politica, che aveva come si è detto giocato un suo ruolo all'epoca del concilio Lateranense, era ora completamente mutata. L'affermarsi della Riforma protestante, se creava ulteriori difficoltà per la diffusione di un decreto papale sul problema del calendario nelle aree culturalmente soggette alla Riforma, avrebbe potuto tuttavia suggerire al papa l'utilità di una iniziativa che, per i paesi cattolici e nelle aree incerte, avrebbe confermato l'autorità della chiesa di Roma e la sua supremazia su un problema di vitale importanza per tutta la cristianità. Ma, come si è detto, il problema reale che impensieriva soprattutto il papa era la necessità di predisporre un metodo di calcolo della durata dell'anno civile e della data della Pasqua che si presentasse di facile applicazione. Era appena stata nominata una nuova commissione per la revisione del calendario, che venne presentato dal medico e matematico calabrese Antonio Lilio un lavoro, scritto dal fratello Luigi defunto nel 1576, che proponeva un sistema di correzione dell'equinozio e di determinazione della Pasqua basato su regole relativamente semplici. Stampato un *Compendio* del lavoro del Lilio (9), esso venne distribuito ai membri della commissione, inizialmente diretta da Tommaso Giglio vescovo di Sora e sostituito nel 1577 dal cardinale Sirleto (10), e inviato ai capi di stato, ai dotti e alle università, a cui veniva richiesto di esprimersi nel merito della proposta. Anche in questa circostanza i pareri degli esperti e soprattutto dei teologi che si pronunciavano sulla base di considerazioni legate alle tradizioni della chiesa, furono assai discordanti. Sembra tuttavia che Gregorio XIII e la commissione, in particolare l'astronomo e matematico gesuita Cristoforo Clavio, si fossero ormai convinti della bontà della proposta del Lilio. La relazione finale, presumibilmente opera del Clavio, venne redatta il 14 settembre 1580. A causa di diverse circostanze, fra le quali la malattia del cardinale Sirleto, la bolla papale riguardante la riforma del calendario, nota con il nome di *Inter Gravissimas*, venne

sottoscritta da Gregorio XIII il 24 febbraio 1582 e pubblicata il 3 marzo (11). Nella bolla il papa stabiliva che la correzione dell'equinozio, che veniva quindi di nuovo fissato al 21 marzo, fosse realizzata semplicemente con il passare da giovedì 5 ottobre a venerdì 15 ottobre 1582, recuperando quindi, senza variare il calendario, i dieci giorni di ritardo dell'anno civile sull'anno solare. Il nuovo calendario, che da allora prese il nome di «calendario gregoriano», accettava inoltre come durata dell'anno solare la durata corrispondente a 365,2425 giorni, che equivaleva all'anno cosiddetto alfonsino, introdotto da Alfonso X di Castiglia nel 1252 nelle sue famose *Tavole Alfonsine*. La scelta dell'anno alfonsino non fu evidentemente casuale, la sua durata si può infatti esprimere come somma di 365 giorni + (1/4 - 3/400 giorni). Questa scrittura permette di capire meglio le semplici regole che determinano l'introduzione dei giorni bisestili nel nuovo calendario. Se si adottasse la vecchia regola di inserire un giorno bisestile ogni quattro anni, la durata dell'anno equivarrebbe a $365 + (1/4)$ e si ricadrebbe nel vecchio anno giuliano. Se noi consideriamo ora fra gli anni bisestili solo gli anni multipli di 400 e non bisestili quelli multipli di 100, così come stabilito dal nuovo calendario gregoriano, questa operazione equivale a sottrarre tre giorni ogni quattrocento anni e quindi a riportare la durata dell'anno a 365,2425 giorni. Come si vede, la regola proposta dal Lilio è di facile applicazione e si capisce come essa venne subito accettata dalla commissione preposta al calendario e da Gregorio XIII.

Accettando l'anno alfonsino come base del calendario civile la differenza fra l'anno civile e l'anno solare, che come si è detto risulta di 365,2422 giorni circa, si riduce a circa 26 secondi all'anno, il che comporta una variazione dell'equinozio e quindi delle stagioni di 1 giorno ogni 3333 anni. Una quantità quindi piccola, che potrà probabilmente portare in futuro a ulteriore miglioramento nel calendario, ma che evidentemente non poteva preoccupare gli artefici della riforma

ma gregoriana.

Anche per quanto riguarda la Pasqua la riforma, pure mantenendo la validità del ciclo diciannovenale, accettando un valore del mese sinodico solo leggermente diverso da quello oggi adottato, ritenne che la data in cui cadevano i noviluni dovesse essere anticipata di un giorno ogni 312,5 anni e cioè 4 giorni in 1250 anni (12).

Tuttavia, l'introduzione di quella che venne chiamata «equazione lunare» per correggere la data dei noviluni faceva sì che i noviluni non si ripresentassero più alla stessa data nell'ambito del ciclo diciannovenale. Cadeva così l'utilità di usare i «numeri d'oro» nel computo della Pasqua. Al posto di questa quantità fissa, che determinava le date dei noviluni in ogni anno del ciclo, venne introdotta dal Lilio, e accettata dai riformatori, una quantità variabile di anno in anno, e cioè

la cosiddetta età della Luna al 31 dicembre dell'anno precedente (13). Questa quantità, chiamata epatta, può assumere evidentemente un valore da 0 a 29 e la sua conoscenza permette di calcolare attraverso un determinato procedimento di calcolo, le date in cui cadono i noviluni e i pleniluni nel corso dell'anno.

La serie delle epatte venne calcolata dallo stesso Lilio e costituisce la base per la determinazione delle fasi lunari e della Pasqua nel calendario gregoriano.

Nella fig. 2 sono date le epatte per tutti gli anni a partire dal 1600 e fino al 1999. Così per il 1983, risultando l'epatta 16, significa che l'età della Luna, contata, secondo la tradizione ecclesiastica, a partire dal primo giorno dopo la Luna piena, risulta appunto 16 il 31 dicembre 1982. Per il computo della Pasqua oltre all'epatta che, come si è detto, de-

Anno del secolo

Secolo

Anno del secolo	1600	1700	1800	1900
00	B A	C	E	G
01	G	B	D	F
02	F	A	C	E
03	E	G	B	D
04	D C	F E	A G	C B
05	B	D	F	A
06	A	C	E	G
07	G	B	D	F
08	F E	A G	C B	E D
09	D	F	A	C
10	C	E	G	B
11	B	D	F	A
12	A G	C B	E D	G F
13	F	A	C	E
14	E	G	B	D
15	D	F	A	C
16	C B	E D	G F	B A
17	A	C	E	G
18	G	B	D	F
19	F	A	C	E
20	E D	G F	B A	D C
21	C	E	G	B
22	B	D	F	A
23	A	C	E	G
24	G F	B A	D C	F E
25	E	G	B	D
26	D	F	A	C
27	C	E	G	B
28	B A	D C	F E	A G

Valore assunto dalla lettera domenicale nel calendario gregoriano dal 1600 al 1999. Negli anni bisestili la prima lettera si riferisce ai mesi di gennaio e febbraio, la seconda ai rimanenti mesi dell'anno

termina le date dei noviluni ecclesiastici, è necessario conoscere le date in cui cadono le domeniche nel corso dell'anno, e cioè il valore della lettera domenicale, che permette appunto di effettuare, come nel calendario giuliano, questo calcolo. Così come l'epatta, è possibile tabulare la distribuzione delle lettere domenicali anno per anno (si veda la fig. 3) e procedere quindi speditamente al calcolo della Pasqua. Questo era dunque il calendario gregoriano che sta ancora oggi alla base del computo degli anni civili e delle feste mobili del calendario della chiesa.

L'attuazione del nuovo calendario non fu tuttavia facile. Nella storia dell'adozione del calendario un ruolo importante, come è facile capire, giocarono gli antagonismi religiosi e le controversie politiche (14). Le vicissitudini della riforma gregoriana mostrano tuttavia che, al di là dei

contrasti ideologici e delle opposizioni religiose, il lento progredire delle conoscenze, l'affermarsi di criteri di razionalità, prevalgono alla fine nei confronti della tradizione e della consuetudine. Residui di queste, come il mantenimento della settimana nel calendario civile o del ciclo diciannovenne nel calendario religioso, sono rimaste intatte, malgrado i notevoli miglioramenti, nel calendario gregoriano.

In occasione del 400° anniversario del calendario gregoriano caduto nel 1982, molti studiosi di storia delle scienze e di storia della chiesa si sono incontrati, per approfondire aspetti e vicende legate a questo importante avvenimento della storia dell'umanità, e per riflettere sulla opportunità di un ulteriore perfezionamento di questo strumento essenziale per la vita dell'uomo di oggi e di domani.

(2 - fine)

NOTE

(1) Uno dei contributi più importanti di Paolo di Middelburg in merito alla riforma del calendario è contenuto nell'opera: *Paulina sive directa Paschae celebratione et de die passionis domini* (Fossombrone 1513) che contiene le famose lettere a Leone X, all'imperatore Massimiliano, al concilio Lateranense e al duca di Urbino in favore della correzione del calendario.

(2) Sul ruolo svolto da Paolo di Middelburg e dal V concilio Lateranense sulla riforma del calendario si rinvia al lavoro a tutt'oggi insuperato di D. Marzi, *La questione della Riforma del Calendario nel quinto Concilio Lateranense*, Firenze 1896.

(3) Il *Breve* e il *Primo Sommario* sono riprodotti nell'op. cit. del Marzi, pagg. 78-79 e 84-86.

(4) Una sommaria descrizione dei contributi alla riforma del calendario data da Andrea Stilbonio, Giovanni Maier, Giovanni Stoeffler, Antonio Dolciati, Giovanni Tolosani, Basilio Lapi e altri computisti è data nell'op. cit. del Marzi.

(5) Il *Breve* e il *Secondo Sommario* sono riprodotti nell'op. cit. del Marzi, pagg. 167-168 e 170.

(6) Il *Secondo Commento* è contenuto in un manoscritto cartaceo della Biblioteca Universitaria di Roma, Op. 4° della miscell. A, c. 811.

(7) I due *Brevi* e il *Compendio* sono dati nell'op. cit. del Marzi, pagg. 185-186, e 191-195.

(8) Fra questi citiamo: Giovanni B. Benedetto (1530-1590), Luca Gaurico (1475-1558), Giuseppe Moleti (1531-1588) e Pietro Pitati (sec. XVI). Una bibliografia delle opere di questi autori sul problema del calendario è data da E. Proverbio, *Strumenti di osservazione e misura del tempo nel secolo XVI* (Atti primo seminario di astronomia, Pisa 1982).

(9) Il *Compendio* è contenuto nell'opera di Cristoforo Clavio, *Romani Calendari a Greg. XIII restituti explicatio* (Roma 1603).

(10) I membri della commissione, oltre al cardinale Sirleto, furono: Antonio Lilio, Giovanni Battista Gabio, Egnazio Danti, Cristoforo Clavio, Pietro Chacon ed il patriarca Ignazio di Antiochia.

(11) La *Bolla* è raccolta nelle op. cit. di C. Clavio.

(12) Riferito alla durata del vero ciclo sinodico di 235 lunazioni, il ciclo metonico differisce di 1 giorno ogni 308,44 anni. La differenza rispetto al valore adottato nel calendario gregoriano è quindi minima portando all'errore di 1 giorno ogni quarantamila anni circa.

(13) L'età della Luna nel calendario ecclesiastico si conta in giorni interi a partire dal novilunio, che è il giorno in cui appare la prima sottile falce vespertina.

(14) Un elenco aggiornato della data di adozione del calendario gregoriano nei differenti stati e territori è dato in: *Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris* (London 1961).



L'epatta. Età della luna al 31 dicembre, cioè il numero di giorni trascorsi dall'ultimo novilunio. L'epatta solare, cioè il numero di giorni compresi fra l'ultima domenica dell'anno, e il 1° gennaio successivo