

## Il calcolo dell'età della Luna nel calendario gregoriano

Il calendario gregoriano contiene anche un algoritmo per la determinazione delle fasi lunari, indispensabile per il calcolo della Pasqua.

Ci si è accontentati dell'approssimazione di 1 giorno.

Seguendo la riforma gregoriana si arriva ad un calcolo rapido della luna media, cioè che non tiene conto delle irregolarità dell'orbita lunare, ma considera il suo moto come uniforme.

Intendo anche correggere alcuni errori molto diffusi in rete e presenti anche su pagine di astrofili molto seri.

Cominciamo con qualche termine tecnico:

*Mese lunare*: si intende il mese sinodico, da luna nuova a luna nuova.

*Età della Luna* è il numero dei giorni del mese lunare, ossia l'età della Luna è 1 nel giorno dell'apparizione della prima falce ad occidente (questo giorno è anche detto *luna nuova ecclesiastica*), 2 il giorno successivo e così via.

La lunazione media è di 29 giorni  $1/2$  per cui, nell'approssimazione di 1 giorno, si alternano mesi di 30 giorni (detti mesi pieni) e mesi di 29 giorni (detti mesi cavi). I mesi pieni sono all'incirca quelli dispari, i mesi cavi quelli pari. Il 13.0 mese, che inizia il 21 dicembre, si computa di 30 giorni, tranne quando il numero d'oro è 19, nel qual caso è di 29 giorni.

*Epatta*: è l'età della Luna nel giorno zero di gennaio, ossia il 31 dicembre dell'anno precedente. L'epatta si indica in genere in numeri romani scritti in rosso, con qualche eccezione; se l'epatta è 30 si usa il segno \* (asterisco).

Nota bene: l'epatta va in vigore il 1.o gennaio, fino al 31 dicembre, checché si dica in rete.

*Ciclo di Metone* è il periodo di 19 anni trascorso il quale le lune si ripetono negli stessi giorni; il numero d'ordine dell'anno all'interno del ciclo si chiama *numero d'oro*. L'attuale ciclo è iniziato nel 2014 (numero d'oro 1), per cui il 2023 ha numero d'oro 10.

**Per determinare la luna nuova ecclesiastica** si usa una tabella, riportata nei vecchi messali e nei vecchi breviari, in cui ogni giorno è contrassegnato con un numero di epatta; per esempio il 24 febbraio è contrassegnato col numero V (5). Nel 2023 l'epatta è VIII che è il numero scritto in corrispondenza del 21 febbraio; perciò la luna nuova ecclesiastica è il 21 febbraio (età della Luna uguale a 1) e il 24 febbraio è il 4.o giorno della Luna.

Le lune nuove ecclesiastiche per l'anno 2023 sono: 23 gennaio, 21 febbraio, 23 marzo eccetera, le corrispondenti lune astronomiche sono il 21 gennaio, il 20 febbraio, il 21 marzo eccetera, il che è giusto perché la luna nuova ecclesiastica segna l'apparire della prima falce e non l'opposizione.

**Come si determinano le epatte.** Si parte dall'anno 1 del ciclo di Metone (2014) con l'epatta 29 che comporta l'ultima Luna nuova ecclesiastica il 23 dicembre, quindi il 31 dicembre l'età della Luna è 10, e questa è l'epatta per il 2015.

La regola quindi è: all'epatta dell'anno corrente si somma 11 e se necessario si sottrae 30 ( $29 + 11 - 30 = 10$ ), e così si procede fino all'anno 19 del ciclo di Metone (ossia il 2032), in cui l'epatta è 17 e l'età della Luna il 31 dicembre è 28, però in questo caso tale giorno si conta come se fossero due, per cui l'epatta dell'anno successivo è 29 e così si chiude il ciclo.

## Variazione secolare delle epatte.

Abbiamo visto che c'è una corrispondenza tra numero d'oro e numero di epatta, ma questo comporterebbe che il ciclo di Metone è di 19 anni esatti, e ciò non è; nel calendario gregoriano si introducono perciò delle correzioni.

Si considerano inizialmente gli anni come tutti di 365,25; in questo caso il ciclo di Metone è di  $19 \times 365,25 = 6939,75$  giorni. Però 235 mesi lunari sono  $29,53059 \times 235 = 6939,6865$ , quindi per ogni ciclo di Metone la Luna anticipa di 0,0635 giorni ossia 1h 31m 26,4s, quindi nel decimo anno del ciclo, alla lunga, la luna nuova sarà non il 23 gennaio ma il 22 e poi il 21 eccetera, per cui l'epatta dovrebbe essere aumentata di 1 ogni certo numero di anni. Con il numero da me adottato per il mese lunare l'anticipo sarà di 1 giorno ogni 15,748 cicli di Metone, cioè 299,2 anni. Nel calendario gregoriano si adotta un giorno di anticipo ogni 312,5 anni, ossia 8 giorni ogni 2500 anni.

Questa correzione in aumento delle epatte si chiama *equazione lunare* e viene adottata all'inizio degli anni 1800, 2100, 2400, 2700, 3000, 3300, 3699, 3900 e poi dopo 400 anni nel 4300.

Però a questa correzione, che tende ad aumentare le epatte si oppone, ed è prevalente, quella dovuta alla minore durata dell'anno rispetto alla durata nominale di 365,25 giorni. Come si sa, la durata media adottata nel calendario gregoriano è di 365,2425 giorni, che comporta la correzione di 1 giorno ogni 133,3 anni, ossia 3 giorni ogni 400 anni. Importa notare che questa correzione comporta una diminuzione delle epatte; infatti il 29 febbraio 1900 sarà chiamato 1.o marzo, cosicché essendo quell'anno stata prevista la Luna nuova il 2 marzo, questo era ufficialmente il 3 marzo, che ha un'epatta inferiore di 1.

Questa correzione, detta *equazione solare*, comporta perciò una diminuzione dell'epatta negli anni 1700, 1800, 1900, 2100 e così via e, mentre ai fini del calendario civile viene effettuata sopprimendo il 29 febbraio, ai fini del calcolo delle lune viene effettuata il 1.o gennaio, in quanto per i due primi mesi si tollera l'ulteriore errore di un giorno.

Quindi le epatte aumentano di 1 una volta ogni 300 anni per effetto dell'equazione lunare circa e diminuiscono di 1 una volta ogni 133 anni in media per effetto dell'equazione solare, per cui alla lunga tendono a diminuire, a parità di numero d'oro.

In definitiva: per gli anni 315-1582 la correzione venne fatta in un colpo solo, spostando le lune di dieci giorni in ritardo per effetto dell'equazione solare e di tre giorni in anticipo per effetto dell'equazione lunare, per cui ritardarono di 7 giorni e le epatte diminuirono corrispondentemente di 7, per cui nell'anno 1 del ciclo di Metone passarono da VIII a I.

L'anno della correzione 1582 ha numero d'oro 6, cui nel calendario giuliano corrispondeva il numero d'epatta III e nel gregoriano XXVI; il 4 ottobre 1582 l'età della luna era computata 14 (che significava che la luna piena era stata il giorno prima cioè il 3) e il 15 ottobre l'età della luna era 18 (che significava che la luna piena era stata 5 giorni prima, cioè il 30 settembre). Nella realtà astronomica la luna piena fu il 1.o ottobre, quindi si era ottenuto un certo miglioramento. La luna nuova astronomica dell'ottobre 1582 fu il 26, mentre quella ecclesiastica prevista dal calendario gregoriano fu il 27.

Se poi si volesse l'età della Luna in un qualsiasi giorno dell'anno senza fare calcoli ma solo

utilizzando una tabella, si può consultare il Martirologio, libro liturgico purtroppo scomparso e che prevedeva ogni giorno, prima dell'elenco dei santi che in quel giorno si festeggiavano, l'enunciazione dell'età della Luna; quindi in testa ad ogni pagina (una pagina per ogni giorno) c'era l'età della Luna sotto una lettera (*lettera del Martirologio*), che variava anno per anno e che era in corrispondenza biunivoca con l'epatta (all'epatta I corrispondeva la a minuscola, al II la b minuscola e così via).

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	p	q	r	s	t	u	A	B	C	D	E	F	F*	G	H	M	N	P
1 gen	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	26	27	28	29	30	1
2 gen	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	1	2

Siccome per il 2023 l'epatta è VIII cui corrisponde la lettera h del Martirologio, vediamo che il primo gennaio l'età della Luna è 9, il 2 gennaio è 10 e così via.

Si tratta di un aspetto poco noto del calendario gregoriano ma chiaramente indispensabile per il calcolo della data della Pasqua.

Grazie.