

Il calendario gregoriano ideato da Luigi Lilio. Niccolò Copernico e le errate affermazioni di Galileo Galilei

Francesco Vizza¹

¹ Istituto di Chimica dei Composti Organometallici, CNR Firenze, francesco.vizza@iccom.cnr.it

Abstract: During the 16th century, the disagreement between the dates of the Julian calendar, which had been in use since 46 BC, and the vernal equinox necessitated a correction to the computational rules used to regulate the flow of time. Luigi Lilio, using imprecise astronomical data contained in “The Alfonsine Tables”, was able to elaborate a calendar that has stood the test of time: the Gregorian calendar. In a famous letter written by Galileo Galilei to the Grand Duchess of Tuscany Cristina of Lorraine, he states that Copernicus had been summoned to Rome from far away Germany in order to participate in the reform work. Galileo Galilei, to protect himself from controversy with Church regarding his discovery of the heliocentric system, states: “with the new Copernicus’s doctrine not only has the calendar been regulated”. This misstatement, over the centuries, has contributed to generating confusion. In this article it is discussed that Copernicus’ calculations were not used by Luigi Lilio for the reform.

Keywords: Gregorian calendar, vernal equinox, Lilio, Copernicus, Galileo

1. Gregorio XIII e Luigi Lilio

Il calendario gregoriano attualmente adoperato da tutta l’umanità è stato formulato dal medico e astronomo Luigi Lilio (Aloysius Lilius in latino, Luigi Giglio in italiano, Lilio in italiano latinizzato). Tuttavia, l’opera non è legata al suo nome, ma al Papa che lo promulgò nel 1582: il bolognese Ugo Boncompagni, al secolo Gregorio XIII, pontefice dal 1572 al 1585. Figura di rilievo nella storia della Chiesa, Gregorio XIII fu un papa attivissimo. Docente di Giurisprudenza a Bologna si trasferì a Roma nel 1539 dove intraprese la carriera ecclesiastica. Ebbe un figlio da una serva di suo fratello al fine di assicurare una successione ai suoi beni. Come papa dell’epoca tridentina mantenne un controllo diretto sulla gestione della Chiesa e fronteggiò un quadro internazionale di grande complessità politica e religiosa. Sotto il suo pontificato si consumò la triste notte di San Bartolomeo, durante la quale nel 1572, nella sola Parigi, furono trucidati più di seimila protestanti. Appresa la notizia, Papa Gregorio XIII fece cantare un solenne *Te Deum* e per il lieto evento fece coniare una moneta commemorativa che riporta la sua effigie su un lato e sull’altro un angelo vendicatore, che con la spada stermina gli eretici. Gregorio diede un importante impulso all’evangelizzazione dei molti popoli non cristiani; creò importanti seminari e istituzioni di formazione di grande importanza, come il Collegio Romano oggi noto come Pontificia Università Gregoriana. Tuttavia, non è ricordato per queste iniziative ma per la riforma del calendario che prende il suo nome.

Luigi Lilio, l’ideatore della riforma nasce nel 1510 a Psycron, oggi Cirò (Capoano & Vizza 2017, p. 111). Dopo aver compiuto gli studi di medicina a Napoli, si trasferisce a Roma ed è accertato che vent’anni dopo era lettore di medicina a Perugia. Non sappiamo dove e quando morì, ma sicuramente prima del 1576. Medico, dunque. Ma anche edotto di matematica e di astronomia, come del resto era normale che avvenisse per l’istruzione universitaria dell’epoca. Il massimo livello del sapere competeva alla Teologia e, a un gradino inferiore, alla Giurisprudenza; tutti i rimanenti studi rientravano nel più generale indirizzo delle Arti. Tra le altre discipline che l’aspirante medico doveva

studiare c'erano l'astronomia e l'astrologia per via degli influssi che gli astri potevano avere sulle malattie.

2. La riforma

Nella seconda metà del Cinquecento l'equinozio di primavera, segnato il 21 marzo nel calendario giuliano in vigore dal 46 a.C., in realtà si era verificato circa dieci giorni prima. L'evidenza della non sincronizzazione del calendario con i cicli delle stagioni che preoccupava molto la Chiesa, impose la necessità di correggere le regole adottate per registrare lo scorrere del tempo. Può non essere ovvio come questo problema debba riguardare la religione cristiana. In effetti, l'interesse astronomico della Chiesa discende dall'aver connesso la celebrazione della Pasqua alle fasi lunari e all'equinozio di primavera. Era stato deciso che la Pasqua di resurrezione doveva essere celebrata la domenica seguente alla XIV *luna paschalis*, ossia il primo plenilunio dopo l'equinozio di primavera. Se l'equinozio di primavera era segnato in maniera sbagliata nel calendario, anche le date di celebrazione della Pasqua erano sbagliate. Il non saper proporre un metodo esatto per la determinazione della data della Pasqua, rischiava di compromettere ulteriormente l'autorità della Chiesa cattolica in quel periodo storico molto difficile, scosso dallo scisma dei Protestanti e dei Calvinisti. Si doveva trovare un metodo indiscutibile, di validità perenne e di facile comprensione anche per chi non avesse specifiche competenze scientifiche.

Le difficoltà astronomiche da risolvere riguardavano essenzialmente la misura esatta della durata dell'anno solare e dell'anno lunare. Si trattava di sincronizzare il tempo civile con gli indicatori celesti, mantenendo un vincolo inamovibile: la data dell'equinozio di primavera, convenzionalmente fissata in modo perenne il 21 marzo.

Nel corso dei secoli diversi pontefici, non pochi concili e molti dotti personaggi versati nelle discipline matematiche e astronomiche avevano tentato invano di trovare una soluzione.

Tolomeo, astronomo di Alessandria d'Egitto, già nel II secolo d.C. evidenziò degli errori del calendario giuliano e lo stesso Ruggero Bacon nel 1267 aveva fatto osservare al papa Clemente IV un errore di 9 giorni per l'equinozio di primavera. Ma prima di lui, nel 700, Beda il Venerabile aveva scoperto degli errori nel calendario giuliano e ancora la stessa cosa fecero notare Campano da Novara e il monaco inglese Giovanni di Sacrobosco. Il problema della non rispondenza del calendario giuliano con i cicli delle stagioni era noto persino a Dante Alighieri che lo ricorda nel XXVII Canto del Paradiso (142-143): "Ma prima che gennaio tutto si sverni per la centesima ch'è là giù negletta". Clemente VI nel 1344 e dieci anni dopo il suo successore Innocenzo VI affidarono l'incarico di riforma del calendario a eminenti astronomi dell'epoca e nel Concilio di Costanza e di Basilea, nella prima metà del XV secolo, vennero istituite delle vere commissioni di riforma. Il problema venne dibattuto dai più autorevoli astronomi e matematici e nel 1436 il cardinale Nicolò Cusano scrisse su quest'argomento il suo *De reparatione calendarii*. Nel 1476 il pontefice Sisto IV, volendo porre in esecuzione la riforma, chiamò presso di sé Giovanni di Koenigsberg detto il Regiomontano, grande astronomo e umanista, che morì, probabilmente assassinato, subito dopo il suo arrivo a Roma. Finalmente, al tempo del Concilio Lateranense, con Leone X, molti si adoperarono per risolvere la desiderata riforma. Tra questi, emerse come figura di spicco l'astronomo tedesco Paolo di Middelburg. La sua principale opera *Paulina, sive de recta Paschae celebratione et de die passionis domini nostri Jesu Christi*, scritta nel 1513 fu alla base dei lavori della commissione istituita da Leone X, da lui stesso presieduta. Non si arrivò a nessuna conclusione. Mentre attraverso i secoli scorreva placidamente il calendario giuliano, la data dell'equinozio di primavera si allontanava lentamente rispetto alla misura reale dell'anno tropico.

Subito dopo il suo insediamento papa Gregorio XIII si adoperò per riformare il calendario su indicazioni del Concilio di Trento. Nominò una Commissione Pontificia costituita da astronomi,

giuristi e teologi a cui affidò il mandato di valutare e approvare un progetto di riforma. Facevano parte della Commissione Guglielmo Sirleto che la presiedeva, Vincenzo Lauro, Cristoforo Clavio, Pedro Chacon, Ignazio Nehemet, Antonio Lilio fratello di Luigi Lilio, Leonardo Abel interprete di lingue orientali, Serafino Olivier e Ignazio Danti. Fra i rappresentanti della Commissione non figura Luigi Lilio perché non più in vita. Tutti, tranne Antonio Lilio, appartenevano al clero.

La proposta di riforma elaborata da Lilio arrivò alla Commissione e venne giudicata la più efficiente ed anche la più facile da applicare. Però non fu lui a presentarla, ma il fratello Antonio, membro della Commissione stessa, l'unico laico che fu chiamato a farne parte. Per accompagnare il progetto di riforma la Commissione pensò inizialmente di scrivere un libro che spiegasse il nuovo calendario con una descrizione dettagliata e affidò il compito di prepararlo ad Antonio Lilio ma, per affrettare i tempi, si decise di redigere un sommario del libro manoscritto di Lilio e di affidarne il compito allo spagnolo Pedro Chacòn (Biblioteca Apostolica Vaticana sda). In realtà, poiché la commissione aveva collegialmente deciso in favore del progetto di Lilio, il *Compendium* fu considerato un'opera scritta da più persone ed il suo autore non venne mai citato nel testo, anche se il lavoro è comunemente riportato come *Lilius Compendium* dai contemporanei di Lilio.

L'opera, il cui titolo per esteso è *Compendium novae rationis restituendi kalendarium*, non presenta frontespizio ed è composto da 12 fogli in quarto non numerate (*Compendium Novae Rationis* 1577). Il *Compendium* riporta i punti essenziali del manoscritto di Lilio, Chacòn non descrive la maniera in cui Lilio ha scritto e definito il suo metodo di riforma né chiarisce i miglioramenti apportati dalla Commissione. Il *Compendium* venne stampato a Roma nel 1577 nell'officina tipografica gestita dagli eredi di Antonio Blasio "*Impressores camerales*", a cura di Guglielmo Sirleto cardinale di S. Lorenzo in Panisperna. Numerose copie furono inviate ai Sovrani Cattolici (non esistono tracce del *Compendium* spedito ad altri principi cristiani non cattolici) e alle Università e Accademie più rinomate con l'invito ad esaminarlo, correggerlo o approvarlo. Così è scritto nelle prime pagine:

Nonostante nel sacro Concilio di Trento la correzione del Breviario e del Messale fosse stata riservata al pontefice romano, e fel. ric. Pio V nonostante si fosse preoccupato che ciò fosse portato a termine con la più grande diligenza possibile negli anni precedenti e nonostante lo avesse pubblicato, tuttavia, quel lavoro non sembrò completo e terminato in tutte le sue parti se non si fosse aggiunta anche la riforma dell'anno e del Calendario ecclesiastico. Dunque mentre Gregorio XIII con tutto l'animo e la mente si applicò a quell'attività, gli fu portato il libro scritto da Luigi Lilio, che sembrava proporre una via e un modo di portare a termine quella cosa né scomodo né difficile. Ma poiché quella correzione del Calendario comporta molte e grandi difficoltà e ormai da lungo tempo è richiesta con insistenza da tutti gli uomini buoni, spesso considerata e molto incitata da matematici dottissimi, tuttavia ancora non si è potuta assolutamente risolvere e portare a termine, al prudentissimo pontefice sembrò opportuno che si dovessero consultare riguardo a quella cosa tutti gli uomini più esperti di questa scienza affinché la cosa, che è comune a tutti, fosse condotta a termine anche col parere comune di tutti (*Compendium Novae Rationis* 1577, fol. 2).

Gli esperti in matematica ed astronomia esaminarono il *Compendium* e inviarono i loro commenti alle rispettive Università e Sovrani. Questi ultimi li rispedirono al papa insieme alle loro dichiarazioni. I rapporti furono poi affidati al cardinale Sirleto (Schmid 1882, pp. 393-405; Biblioteca Apostolica Vaticana sdb). Furono 42 gli autori che esaminarono il *Compendium* e ne espressero il parere in 51 rapporti, quasi tutti positivi (Steinmetz 2011, pp.122-128). Forte di questo risultato Gregorio XIII il 24 febbraio 1582 con la bolla *Inter gravissimas pastoralis officii nostri curas* promulgò il nuovo calendario (Cocquelines 1747). La ragione addotta dalla Chiesa, a sostegno delle proposte di Lilio è esposta nella suddetta Bolla che recita:

Per ciò che esige una corretta riforma del calendario, essa fu da tempo tentata dai nostri predecessori; ma non si è potuto finora portarla al termine, perché i progetti di riforma del calendario, che gli esperti dei moti celesti hanno proposto, per le grandi e inestricabili difficoltà che questa riforma ha sempre presentato, non erano validi in perpetuo né lasciavano intatti, cosa che bisogna curare più di tutto, gli antichi riti ecclesiastici. E mentre noi stessi, forti dell'autorità che a noi, benché indegni, è stata data da Dio, ci occupavamo di questa preoccupazione, dal caro figlio Antonio Lilio, dottore di scienza e medicina, ci è stato dato il libro che il suo defunto fratello Luigi aveva scritto, in cui, per mezzo del ciclo dell'epatta da lui inventato, e in relazione diretta col numero d'oro, e adattato alla durata di qualunque anno solare, ha mostrato che tutti i difetti del calendario possono essere corretti con un rapporto costante valido per tutti i secoli, in modo che il calendario non sia soggetto a nessun altro cambiamento nel futuro (Cocquelines 1747).

In generale, la semplicissima regola delle intercalazioni degli anni bisestili proposta da Lilio e poi adottata nel 1582 è la seguente: (a) un anno comune contiene 365 giorni, 366 giorni l'anno bisestile. Il giorno in più viene aggiunto alla fine di febbraio; (b) ogni anno dell'era cristiana dopo il 1582 se è divisibile per 4 è un anno bisestile; (c) gli anni centenari, che nel calendario giuliano erano tutti bisestili, sono bisestili solo se divisibili per 400.

Ne consegue che il 1600 è anno bisestile, ma non lo sono gli anni 1700, 1800 e 1900; Il 2000 è anno bisestile. Invece di 100 giorni aggiuntivi ogni 400 anni secondo il calendario giuliano, vengono aggiunti 97 giorni in 400 anni che portano la lunghezza media dell'anno a $365 \frac{97}{400}$ giorni. In quanto allo spostamento dell'equinozio di primavera dovuto al calendario giuliano, Lilio per recuperare i giorni perduti e per ricondurre in maniera stabile l'equinozio di primavera alla data del 21 marzo, propose di eliminare dal calendario 10 giorni; questa correzione poteva essere apportata fin dall'inizio dell'adozione del nuovo calendario o gradualmente nel periodo compreso tra il 1584 e il 1620. Entrambe le soluzioni sono riportate nel *Compendium*. La durata dell'anno tropico medio presa in considerazione da Lilio è quella contenuta nelle *Tavole Alfonsine* di 365,24254630 (365g 5h 49m 12s). A tale proposito nel rapporto che il 13 marzo del 1580 la Commissione della riforma del calendario invia a Gregorio XIII si legge:

Infatti, l'anno di Alfonso tra massimo e minimo deve essere preso come se fosse medio, che certamente è fatto di 365 giorni 5 ore 49 minuti ecc., così che secondo il corso di quest'anno l'equinozio preceda la propria sede nel calendario di un giorno intero quasi in 134 anni cioè 3 giorni in quasi 400 anni (Biblioteca Apostolica Vaticana sdc).

Nel *Compendium* troviamo la tabella, riportata in figura 1, con due colonne di numeri di anni. Gli anni bisestili sono contraddistinti dalla lettera B.

La colonna a destra riporta l'intercalazione degli anni bisestili centenari divisibili per 400 fino all'anno 5000, nel caso fossero stati eliminati 10 giorni consecutivi nel 1582. Gli anni bisestili dei secoli centenari sono: 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, 3600, 4000, 4400 e 4800. Questa ipotesi è stata accettata e costituisce l'assetto degli anni centenari bisestili del calendario gregoriano.

La colonna a sinistra riporta la tabella delle equazioni delle epatte nel caso fossero stati eliminati 10 giorni in 40 anni tra il 1584 e il 1620; dopo quest'ultima data sarebbe andata in vigore la normale intercalazione degli anni secolari divisibili per 400 fino all'anno 4300. Seconda questa ipotesi il primo anno bisestile secolare dopo il 1500 (che lo era già stato secondo la regola del calendario giuliano) sarebbe stato il 2000 e a seguire il 2400, 2800, ecc. (vedi figura 1). Questa ipotesi è stata scartata perché sarebbe stato necessario aggiungere delle tabelle aggiuntive per risistemare le lettere domenicali importanti per la determinazione della data della Pasqua. Le lettere che si trovano nella figura 1 indicano quale valore della tabella espansa delle epatte doveva essere inserita per individuare

l'anno del ciclo diciannovenale legato alla Pasqua. Per maggiore comprensione da parte del lettore si rimanda al testo di Mezzi & Vizza (2010, pp. 113-156).

Ambedue le soluzioni prospettate si basano sull'anno alfonsino adottato da Lilio per la sua proposta.

10 C O M P E N D I V M

xx,mutationem fieri sursum versus, & epactarum numerum augeri, cum ea centesimo intercalari anno contingit. Contra vero deorsum versus, & epactarum numerum minui, cum dies, qui centesimo anno intercalandus fuit, non intercalatur; Cum autem nihil vertenti anno aut lunari detrahatur, aut in eo centesimo detrahatur, in quo lunaris annus æquatione indigebat, in eadem litera & epacta perfisti. Eas tabulas hic subiecimus; necnon & alias quas temporum huius libri auctor appellat, in quibus expositæ sunt epactæ, quæ singulis annis indicent nouilunia.

Anni Christi			Anni Christi		
Tabula æquationis Epactarum si decem intercalationes in quadraginta annis fuerint intermissæ.	N	1	Tabula æquationis Epactarum, si decem dies anno MDLXXXII. simul examantur.	N	1
	P	325		P	325
	a	600 B		a	600 B
	b	900 B		b	900 B
	c	1200 B		c	1200 B
	d	1500 B		d	1500 B
	e	1584		E	1582
	b	1588		E	1600 B
	a	1592		D	1700
	P	1596		D	1800
	N	1600		C	1900
	M	1604		C	2000 B
	H	1608		C	2100
	G	1612		B	2200
	F	1616		A	2300
	E	1620		A	2400 B
	D	1700		A	2500
	D	1800		u	2600
	C	1900		t	2700
	C	2000 B		u	2800 B
	C	2100		t	2900
	B	2200		s	3000
	A	2300		s	3100
	A	2400 B		s	3200 B
	A	2500		r	3300
	u	2600		r	3400
	t	2700		q	3500
	u	2800 B		q	3600 B
	t	2900		q	3700
	s	3000		p	3800
s	3100	n	3900		
s	3200 B	p	4000 B		
r	3300	n	4100		
r	3400	m	4200		
q	3500	m	4300		
q	3600 B	m	4400 B		
q	3700	l	4500		
p	3800	l	4600		
n	3900	k	4700		
p	4000 B	k	4800 B		
n	4100	i	4900		
m	4200	i	5000		
m	4300				

Vfus harum tabularum hic est. Ad propositum annum ex vulgari tabula aureus numerus primo querendus, deinde in tabella æquationis e regione numeri eius anni, aut proxime minoris, quæ litera notata sit videndum, similisque litera & aureus numerus in tabula Epactarum quærenda, nam e regione vtriusque, Epactæ reperientur numeri, aut signa, quæ toto eo anno in Calendario ostendent nouilunia.

Exempli id appositione illustrabitur. Volo scire qui numerus, aut quod signum ex his, quæ in cyclo Epactarum collocata sunt, indicet, nouilunia anno 1720. Ergo omnium primum ex vulgari tabula reperio eius anni aureum numerum esse xi. quem in superiori linea tabulæ Epactarum expansæ, qua aureus numerus descriptus est, noto. Dehinc eundem annum, in tabella æquationis quæro, quem quia expressum non inuenio, proxime minorem, hoc est 1700. sumo; cui litera D, maiuscula adiacet: similem igitur literam, in prima linea eiusdem tabulæ Epactarum quæro, eaque inuenta, e regione eius dextrorsum progredior, donec linea numeri xi. iam antea notati, occurrat: videoque in communi angulo numerum 21. scriptum. Is igitur vbicunque in cyclo Epactarum eo anno reperietur, ostendet nouæ lunæ diem.

Sequuntur tabella temporum pro Epactarum vsu.

Fig. 1. Tavola tratta da *Compendium* contenuto nel testo di Clavius 1603.

3. Lettera di Galileo Galilei e supposta influenza di Copernico

Alcuni storici dell'astronomia (O'Connell 1975, pp. 189-202; Casanovas 1996) e al loro seguito diversi divulgatori scientifici, sostengono che la riforma del calendario è stata portata a termine grazie ai calcoli di Copernico. La fonte di questa errata affermazione è da ricercare nella lettera di Galileo Galilei del 1615 a Cristina di Lorena, Granduchessa di Toscana. Scrive Galileo a proposito di Copernico e del calendario:

[...] uomo non solamente cattolico, ma sacerdote, canonico, e tanto stimato, che trattandosi nel concilio Lateranense sotto Leon X della emendazion del calendario ecclesiastico, egli fu chiamato a Roma, fin dall'ultime parti di Germania, per questa riforma, la quale alhora rimase imperfetta solo perché non si haveva ancora esatta cognizion della giusta misura dell'anno, e del mese lunare: onde a lui fu dato 'l carico dal vescovo Sempronense, alhora soprintendente a questa impresa, di cercar con replicati studii e fatiche di venir in maggior lume e certezza di essi movimenti celesti; ond' egli, con fatiche veramente atlantiche, e col suo mirabile ingegno, rimessosi a tale studio, si avanzò tanto in queste scienze, e a tal esattezza ridusse la notizia de i periodi de i movimenti celesti, che si guadagnò il titolo di sommo astronomo; e conforme alla sua dottrina non solamente si è poi regolato il calendario, ma si fabricorono le tavole di tutti i movimenti de i pianeti: e avendo egli ridotta tal dottrina in sei libri, la pubblicò al mondo [...] (Galilei 1615, p. 312).

Galileo, che cercava di ottenere il favore della Granduchessa, scrive questa lettera in realtà diretta alla curia romana e ai teologi della Congregazione del Sant'Uffizio (in particolare a Bellarmino), ai quali era già arrivata la segnalazione dei domenicani di Firenze sulle nuove tesi e interpretazioni delle Sacre Scritture.

È noto che al tempo del Concilio Lateranense, Leone X istituì una commissione per la riforma con a capo Paolo di Middelburg. Copernico però, a differenza di quanto sostiene Galileo, non partecipò direttamente ai lavori recandosi a Roma ma, come risulta dalla lista di corrispondenza scritta da Paolo di Middelburg allegata al rapporto conclusivo che inviò a Leone X, dette il suo parere per iscritto. Non è noto il contenuto della lettera di Copernico che possiamo intuire contenesse le sue conoscenze e considerazioni sull'effettiva durata dell'anno tropico. Infatti, nella dedica a Paolo III del *De revolutionibus* Copernico scrive:

Non molto tempo addietro, sotto Leone X, quando si dibatteva nel Concilio Lateranense la questione di emendare il calendario ecclesiastico, essa rimase allora indecisa solo per la ragione che le grandezze degli anni e dei mesi e dei movimenti del Sole e della Luna non erano ancora considerati sufficientemente misurati: e da quel tempo attesi a osservare ciò più accuratamente spronato dal chiarissimo vescovo di Fossombrone, Paolo, che presiedeva a tali questioni (Copernico, Nuremberg 1543, fol. 4v).

Edward Rosen riporta che la lettera di Galileo Galilei contiene cinque gravi errori. Uno di questi è il calendario basato sui calcoli di Copernico (Rosen 1958). In effetti, documenti ufficiali della Chiesa, coevi alla riforma, smentiscono l'affermazione di Galileo:

[...] conforme alla sua dottrina non solamente si è poi regolato il calendario gregoriano (Galilei 1615, p. 312).

Nella bolla papale *inter gravissimas* Gregorio XIII afferma che l'autore della riforma è Luigi Lilio. Lo stesso concetto è ripetuto nel *Compendium*. Come segno di riconoscenza per l'operato di Lilio, Gregorio XIII concede i diritti alla stampa del calendario per 10 anni ad Antonio Lilio e ai suoi eredi. Nel bassorilievo del monumento dedicato a Gregorio XIII, situato nella basilica di San Pietro a Roma,

Antonio Lilio, genuflesso, porge al pontefice il libro del nuovo calendario di suo fratello Luigi. Nella Relazione della Commissione è riportato l’anno alfonsino medio scelto da Luigi Lilio per l’assetto degli anni bisestili. Eppure, nonostante queste inconfutabili evidenze, Galileo chiama in causa Copernico. Si potrebbe ragionevolmente pensare che lo abbia fatto mosso dal tentativo di alleggerire la sua posizione, legando strettamente Copernico alla Chiesa cattolica romana che aveva, a suo parere, già accettato i calcoli e la “dottrina di Copernico”.

Copernico era convinto che l’anno tropico fosse variabile per effetto della irregolarità degli equinozi. Per questo motivo distingueva un anno lungo di 365g 5h 55m 37,7s e un anno corto di 365g 5h 42m 55,1s (O’Connel 1975). L’anno lungo si verifica quando la precessione verso est è lenta e il Sole nel suo movimento verso ovest impiega più tempo per ritornare all’equinozio (Swerdlow 1986, p. 112). Nell’anno corto, invece, la precessione è più veloce e il Sole impiega meno tempo a ritornare agli equinozi. Il *Compendium* prevede come alternativa all’assetto degli anni bisestili riportati nella Fig. 1, una intercalazione degli anni bisestili basata sull’anno tropico variabile di Copernico (vedi Fig. 2). Copernico entra dunque in gioco direttamente nel *Compendium*. Forse potrebbe essere questa la ragione che ha spinto alcuni storici della scienza ad ingigantire il ruolo di Copernico nell’intera vicenda, senza tuttavia soffermarsi ad un’attenta analisi delle tabelle riportate.

Restituito itaque uerno equinoctio

in eum locum, ex quo deciderat, atq; hoc Epactarum Cyclo, qui ad quamcunque anni quantitatem accommodari potest, kalendario apposito, intercalationisq; ratione quā diximus, & eius Cycli æquatione adhibita, ita in posterum anni atque menses congruent cum solis ac lunæ ratione, ut nulla deinde uarietas, aut dissensio possit existere: quod si quando acciderit, eadem hac uia bellissime in suum statū docet posse restitui. Atq; hæc quidem ille auctor.

Quod si alicui Alfonsi calculi incertiores esse uidebuntur quam ut illis fidendum putet, potiusque recentioribus adhærendum existimet, is profecto intelliget eam esse huius artificiosi Cycli tabulæque Epactarum a Lilio excogitatæ dispositionem ac digestionem, ut nullo negotio siue Copernici, siue cuiusuis alterius calculis possit aptari, si tabella æquationis ex illis confecta, pro ea quam ad marginem scripsimus, substituatur: ueluti hæc, quam exempli gratia à Copernici

<p style="text-align: center;">Ani Xpi</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Tabella æquationis Epactarum si decem dies anno MDLXXXII simul extirantur.</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ani Xpi</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Tabella æquationis Epactarum si decem dies anno MDLXXXII simul extirantur.</p>
<p>1584 1588 1592 1596 1600 1604 1608 1612 1616 1620 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700 4800 4900 5000</p>	<p>1582 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700 4800 4900 5000</p>	<p>1582 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700 4800 4900 5000</p>

Fig. 2. Assetto degli anni bisestili centenari secondo l’anno variabile di Copernico (*Compendium Novae Rationis* 1577).

La colonna a destra della tabella riportata in Fig. 2 prevede come ipotesi l'eliminazione di 10 giorni consecutivi nel 1582. Quando l'anno è lungo, gli anni 1600, 1700, 1900 e 2100 sono bisestili perché necessitano più intercalazioni. Poi segue l'anno corto: tra il 2200 e il 2900 non è prevista nessuna intercalazione. Quando ritorna l'anno lungo, il 3000, 3200, 3400 e 3600 sono bisestili, e così via. Il ciclo impiega 1717 anni egiziani o 1716 anni giuliani. La colonna a sinistra prevede come ipotesi l'eliminazione di dieci giorni tra il 1584 e il 1620, con relativi anni bisestili secondo l'anno variabile di Copernico. Queste ipotesi non furono prese in considerazione dai padri riformatori perché l'anno variabile di Copernico era astronomicamente incerto, e non tanto per le obiezioni della Commissione alla teoria eliocentrica copernicana. Ora sappiamo che la teoria dell'anno variabile non è corretta e se fosse stata adottata avrebbe causato nel corso del tempo vistosi errori nel calendario.

Nel *Compendium* si legge ancora:

E se a qualcuno i calcoli alfonsini sembreranno più vaghi di quanto ritiene si debba aver fiducia, e piuttosto ritenga che si debba aderire a quelli più nuovi, egli senza dubbio capirà che quello è l'ordinamento e la ripartizione di questo ingegnoso ciclo e tavola delle epatte escogitata da Lilio, che può essere facilmente adattato ai calcoli di Copernico o di chiunque altro, se solo una piccola tabella di correzione dell'equazione verrà inserita, al posto di quella che abbiamo scritto a margine, come questa che per esempio non molto lontana dal calcolo di Copernico abbiamo aggiunto (*Compendium Novae Rationis* 1577, fol. 18v).

Dunque, il calendario può essere adattato a qualsiasi forma di intercalazione, cioè a qualsiasi variazione dell'anno tropico senza alterare il ciclo delle epatte.

Non è noto se l'ipotesi dell'anno variabile di Copernico era stata prevista da Lilio o se sia stata inserita da Chacòn nel *Compendium* su suggerimento della Commissione. Purtroppo, il manoscritto di Lilio che potrebbe dare una risposta non è stato mai stampato ed è scomparso senza lasciare traccia. I calcoli di Copernico furono però presi in seria considerazione dai padri riformatori perché rappresentavano "l'astronomia più aggiornata di quel periodo" (Swerdlow 1986, pp. 109-118).

4. Ciclo delle Epatte e data della Pasqua

Risolto il problema del calendario civile con il nuovo assetto degli anni bisestili, bisognava correggere l'altro errore del calendario giuliano che consisteva nella retrodatazione dei noviluni. È la parte più complicata e interessante della riforma, considerata a rigore insolubile nel corso dei secoli. Scopo fondamentale dei riformatori era infatti che, nello stabilire l'epoca della Pasqua, non venisse tradita la regola che voleva la ricorrenza della Pasqua cristiana nella prima domenica dopo il plenilunio che seguiva l'equinozio di primavera.

Lilio pensò di rivedere il ciclo Metonico allora utilizzato e mediante due equazioni accordò il ciclo solare con il ciclo lunare. Elaborò allo scopo una tabella di validità ultra-millenaria, la Tavola Espansa delle Epatte (il periodo dell'epatta è di 5.700.000 anni), avvalendosi di un originale "ciclo delle epatte". Se si conosce l'età della luna, ossia l'epatta, il primo gennaio di un qualsiasi anno, si possono facilmente determinare i cicli lunari nel calendario civile e dunque la XIV *luna paschalis* da cui dipende la Pasqua.

Il ciclo delle epatte presuppone che ogni 312,5 anni, o otto volte in 2500 anni, l'epatta deve essere aumentata di un giorno per correggere l'errore contenuto nel ciclo Metonico di 19 anni (Mezzi & Vizza 2010, pp. 130-134). Come si può osservare dalla Tab. 1, si arriva al valore della correzione ogni 312,5 anni solo se il mese sinodico è quello contenuto nelle *Tavole Pruteniche* di 29d 12h 44m 3,18s e non uno di quelli riportati nel *De revolutionibus*, nelle *Tavole Alfonsine* o nell'*Almagesto* (Calvius 1588, pp. 84-85; Clavius 1603, pp. 102-104.).

Tabella 1: mese sinodico e correzione dell'epatta.

Calendario	Durata del mese sinodico	Aumento di un giorno all'epatta
Tavole Pruteniche	29d 12h 44m 3,18s	$\approx 312 + 1/2a$
De revolutionibus	29d 12h 44m 3,16s	$\approx 312 + 1/4a$
Tavole Alfonsine	29d 12h 44m 3,04s	$\approx 310 + 2/3a$
Almagesto	29d 12h 44m 3,33s	$\approx 314 + 2/3a$

La correzione dell'epatta prevista da Lilio basandosi sul mese sinodico alfonsino prevedeva l'aggiunta di un giorno all'epatta ogni 310,58 giorni, o 8 giorni in 2485 anni. La correzione è stata leggermente modificata da Cristoforo Clavio in base al mese sinodico delle *Tavole Pruteniche* che aumenta l'epatta di un giorno ogni 312,5 anni o otto volte in 2500 anni. Con il nuovo computo Clavio corregge il computo di Lilio che conteneva l'errore di un giorno ogni 49600 anni circa.

Concludendo, possiamo affermare che la “dottrina” di Copernico non è servita a Lilio per la riforma del calendario, ma il mese sinodico di Copernico, corretto nelle *Tavole Pruteniche*, “ha contribuito a correggere, anche se marginalmente, il calendario ecclesiastico” (Philipp & Nothaft 2018, p. 295).

Ringraziamenti

Si ringraziano Andrea Marchionni e Jonathan Filippi per il continuo confronto ed interessanti spunti sull'argomento. Si ringrazia anche Nothaft C. Philipp E. per aver fornito utile materiale bibliografico.

Bibliografia

- Capoano, G. & Vizza, F. (2017). *Luigi Lilio. Il dominio del tempo* (a cura di S. Borvitz). Padova: BeccoGiallo Editore.
- Casanovas, J. (1996). “Copernicus and the Gregorian Calendar Reform”, in Pepe, L. (ed.) *Copernico e la questione copernicana in Italia dal XVI al XIX secolo*. Firenze: Olschki, pp. 97-108.
- Clavius, C. (1588). *Novi calendarii Romani apologia, adversus Michaellem Maestlinum*. Rome: Sanctius.
- Clavius, C. (1603), *Romani calendarii a Gregorio XIII. P.M. restituti explicatio S.D.N. Clementis VIII. P.M. iussu edita*. Roma: Zannetti.
- Clavius, C. (1603). *Romani calendarij a Gregorio XIII. P.M. restituti explicatio*. Roma: Apud Aloysium Zannettum.
- Cocquelines, C. (1747). *Bullarium privilegiorum ac diplomatum Romanorum Pontificum amplissima collectio, cui accessere Pontificum omnium Vitae, Notae et Indices opportuni, opera et studio Caroli Cocquelines, Tomus Quartus, Pars Quarta: Ab anno X Gregorii XIII usque ad annum III Sixti V, scilicet ab anno 1581 ad 1588*. Romae: Typis et sumptibus Hieronymi Mainardi.
- Compendium Novae Rationis Restituendi Kalendarium* (1577). Romae: Apud haeredes Antonij Bladij impressores camerales.
- Galilei, G. (1615). “Lettera a Madama Cristina di Lorena. Granduchessa di Toscana”, in *Le opere di Galileo Galilei, Edizione Nazionale*, a cura di Favaro A. (1890-1909). Firenze: Barbera; ristampa 1962-1964, vol. V, pp. 309-348.

- Mezzi, E. & Vizza, F. (2010). *Luigi Lilio Medico, Astronomo e Matematico di Cirò*. Reggio Calabria: Laruffa Editore.
- O'Connell, D.J.K. (1975). "Copernicus and Calendar Reform", in Gingerich, O. & Dobrzycki, J. (eds.) *Colloquia Copernicana III* [Studia Copernicana 13]. Wrocław: Wydawnictwo Polskiej Akademij Nauk, pp. 189-202.
- Nothaft, C.P.E. (2018). *Scandalous Error*. Oxford: Oxford Press.
- Rosen, E. (1958). "Galileo's Misstatements about Copernicus", *Isis*, 49(3), pp. 319-330. doi: 10.1086/348675
- Schmid, J. (1882). "Zur Geschichte der Gregorianischen Kalenderreform", *Historisches Jahrbuch*, III, pp. 388-415.
- Steinmetz, D. (2011). *Gregorianische Kalendanderreform von 1582*. Oftersheim: Verlag Dirk Steinmetz.
- Swerdlow, N. (1986). "The length of the year in the original proposal for the Gregorian Calendar", *Journal of the history of Astronomy*, xvii, pp. 109-118.

Fonti d'archivio

- Biblioteca Apostolica Vaticana (sda). *DigiVatLib*, Cod. Vat. Lat. 6194, 67r.
- Biblioteca Apostolica Vaticana (sdb). *DigiVatLib*, Cod. Vat. Lat. 6193, 354.
- Biblioteca Apostolica Vaticana (sdc). *DigiVatLib*, Cod. Vat. Lat. 3685, 1-10.