

  
**M E M O R I E**  
 D I  
**M A T E M A T I C A**

---

DELLA MISURA DELL' ANNO TROPICO SOLARE

M E M O R I A

DEL P. D. GIUSEPPE PIAZZI

*Ricevuta il dì 7 Novembre 1805.*

Dopo le laboriose ricerche del Sig. De-la Lande per determinare la quantità dell'anno tropico Solare, meritamente coronate dall'Accademia di Copenaghen, inutile per avventura potrebbe sembrare ogni ulteriore indagine su questo argomento, se un mezzo secolo e più, per cui dal di lui travaglio siamo noi lontani, non ci offrisse dei nuovi non spregevoli vantaggi. Infatti possiamo presentemente, e forse meglio, giudicare delle osservazioni degli antichi, e valerci insieme delle prime che furono fatte dopo l'invenzione dei telescopj, delle quali non poteva molto giovarsi l'Astronomo di Parigi. Per la qual cosa mi è caduto nell'animo di richiamare ad esame la misura dell'anno da essolui stabilita, comparando i miei equinozj cogli antichi e co' moderni. Al qual uopo quei d'Ipparco e Waltero tra i primi, e quei di Flamstedio tra i secondi, per quanto io possa giudicarne, debbonsi riputare i migliori. Se le osservazioni de' Chinesi fossero libere da ogni sospetto di soperchieria, sarebbero, non v'ha dubbio, di un peso grandissimo, e dovrebbero vincerla sulle altre tutte; ma

*Tomo XIII.*

A

non

non siamo noi pienamente sicuri, che non siano esse merce Europea, adattata alle rimotissime epoche di quella nazione tanto vana della sua antichità. Mi restringerò dunque ad investigare i risultati che si hanno da Ipparco da Walthero e da Flamstedio, e dentro quali limiti possa cadere l'incertezza di ciascuno di essi. Nel che, se non vo molto lontano dal vero, si renderà abbastanza chiaro, che un secolo d'intervallo tra i moderni è ben da preferirsi a venti e più secoli rispetto agli antichi.

## §. I

Sebbene dal 1791 al 1805 quasi in ogn' anno dalle mie osservazioni ne abbia conchiusi gli equinozj; qui nondimeno non riporterò che i soli degli anni 1804 e 1805, come i migliori all'intento, e de' quali unicamente penso giovarmi nella presente ricerca. Le osservazioni verranno inserite nella continuazione della Storia della Specola, di cui spero in breve pubblicarne il secondo libro.

Equinozj osservati in Palermo negli anni 1804 e 1805.

1804	Marzo . . . 20 . . . a 8 <sup>b</sup> 6' 54"	} <i>t. m.</i>	Equazioni	( + 1° 53' 49", 1
	Settembre 22 . . . 19 35 54			
1805	Marzo . . . 20 . . . 13 57 18	}	e Pertur-	+ 1 53 55, 7
	Settembre 23 . . . 1 21 58			

## §. 2

*Equinozj d' Ipparco.*

Nello spazio di anni 34, cioè dall'anno 161 al 127 A. C. sei equinozj autunnali e tre di primavera osservati furono da Ipparco in Alessandria. Da questi, tutti presi insieme, il sig. de la Lande ne ha conchiuso la grandezza dell' anno di 365<sup>s</sup> 5<sup>b</sup> 48' 48", e di 49" il Cassini. Lo stesso prossimamente ho trovato io ancora. Ma se in vece di raccogliere insieme quei di Marzo e quei di Settembre, si considerino separatamente, si scorderà che quei di Mar-

zo sono costantemente maggiori di quei di Settembre. Secondo il Cassini nella sua *Astronomia* pag. 217 il medio dei tre di Marzo è  $49^{\circ} 12', 3$ , ed il medio di quei di Settembre  $48^{\circ} 37', 6$ . Egli è vero che la correzione, o la riduzione di anno apparente in medio impiegata dal Cassini non è molto esatta, ma ciò non porta che la diminuzione di  $2''$  negli Equinozj di Marzo ed un aumento di  $5''$  negli altri di Settembre. La qual cosa riduce la differenza tra i due risultati, che secondo il Cassini sarebbe di  $35''$ , a  $28''$  solamente. Ora  $28''$  di differenza chiaramente provano che gli equinozj di Primavera rispetto agli altri di Autunno, l'un per l'altro, osservavansi da Ipparco quindici ore circa prima del passaggio del Sole per l'Equatore: lo che dimostra che le armille di cui Egli servivasi non erano disposte nel piano di questo cerchio. Mi par dunque chiaro che i nove risultati che si hanno dagli equinozj d'Ipparco non si possono raccogliere in unica somma, e prenderne il medio; ma debbonsi accoppiare i tre di Marzo con altrettanti di Settembre, o quando pur si voglia tener conto di tutti li sei di Settembre, accoppiare il loro medio col medio di Marzo; nel qual modo dai calcoli del Cassini risulterebbe la grandezza dell'anno di  $365^{\text{d}} 5^{\text{h}} 48' 65''$ . Ma non volendo trarre altre conseguenze dagli Equinozj d'Ipparco se non quelle che naturalmente ne vengono, di quei di Settembre propriamente non se ne possono impiegare che tre, ed i più vicini agli altri di Marzo. E ciò tanto più che non essendo tra loro di accordo nè i primi nè i secondi, si può ragionevolmente congetturare, che l'angolo che facevano le armille con l'Equatore nell'intervallo delle osservazioni abbia sofferto dei cambiamenti ed alterazioni. Mosso da queste ragioni io ho preso gli equinozj degli anni 146-45-42-34 e 27, e valendomi delle riduzioni al meridiano di Parigi riportate da la Lande nel tomo secondo della sua *Astronomia* pag. 123 ne ho ottenuti i seguenti risultati.

	(145 A.C...365 <sup>s</sup> 5 <sup>a</sup> 49' 0"	
Marzo	134... 49 10	Settem- (146 A.C...365 <sup>s</sup> 5 <sup>a</sup> 48' 49"
	127... 49 7	bre (145... 48 49
		142... 48 59
Anno apparente ...	365 49 5,66	365 5 48 52, 33
Pel movimento dell'Apogeo +1,74		-2, 83
Per la diff. della precessione		
tra il secolo d'Ipparco ed		
il nostro . . . . .	+2, 80	+ 2, 80
	365 5 49 10, 1	365 5 48 52, 3

Vi sono quindi almeno 3" d'incertezza su ciascuno dei medj, li quali debbonsi rifondere e nella difficoltà di osservare con precisione il momento, in cui l'ombra della parte superiore delle armille cadeva sul mezzo della parte inferiore, e in qualche sconcerto nella posizione primitiva delle armille medesime, avvenuto nell'intervallo di 19 anni, quanti ne scorsero dalla prima all'ultima delle osservazioni, che si sono prese in considerazione. Queste sole sorgenti di errore sembra che Ipparco si fosse posto innanzi agli occhi, quando, al riferire di Tolomeo, pronunciò, che le sue osservazioni si potevano riguardare come sicure dentro i limiti di sei ore circa. E veramente considerate queste sole cause, poco di più può stimarsi l'errore di ciascuna separatamente, e non più di 3" quello dei due medj rispetto alle componenti. Ma noi abbiamo veduto che le armille non avevano la giusta inclinazione coll'orizzonte, nè forse erano bene orientate, d'onde procede la differenza di 18" tra li due medj, della qual cosa non sembra che nè tampoco dubitasse Ipparco. Un altro errore possiamo giustamente temere nelle armille medesime, e si è, che i loro bordi non fossero in uno stesso piano, nè perfettamente circolari: il qual errore non possiamo nè stimare nè scoprire nè in conseguenza correggere. Per le quali cose niente di preciso a parer mio si può concludere dagli equinozj d'Ipparco; e possiamo ben dire, che sebbene da lui a noi siano ormai trascorsi circa due mila anni, nientedimeno si grande intervallo non è bastante ancora a togliere tutti gli errori cagionati e dalla difficoltà delle osservazioni, e dall'imperfezione degli stromenti, e finalmente dall'inesatta disposizione dei medesimi.

## §. 3.

*Equinozj di Regiomontano e Waltero.*

Tra i molti passaggi del Sole al Meridiano, che pel corso di anni 30 collo stromento detto Regola di Tolomeo osservarono a Norimberga Regiomontano e Waltero, quattro, due di Marzo e due di Settembre, cadono negli stessi giorni dell' Equinozjo, e si succedono senza interruzione. Questi, io credo, che debbano preferirsi agli altri, anzichè nella presente ricerca di essi soli si possa tener conto. Cassini ne ha conchiuso i momenti degli Equinozj; io però ho amato meglio dedurli dalle longitudini, che ne ha ricavato la Caille, ridotte prima al meridiano di Palermo, e sono come siegue

1476 li 13 Settemb.	} vecchio	a 8 <sup>b</sup> 7' 25"	Equazione del Centro e Perturbazioni	( - 1 <sup>o</sup> 56' 29" 0
1477 li 11 Marzo		2 42 40		( + 1 55 56 ,6
1478 li 11 Marzo		9 51 37		( + 1 55 54 ,3
1478 li 13 Settemb.		21 37 42		( - 1 56 34 ,8

Comparando questi equinozj coi miei del 18c4 si hanno i seguenti risultati.

	Anno apparente		Riduzione in medio		Anno medio
Settemb	1476	365 <sup>s</sup> 5 <sup>b</sup> 48' 55",7	+ 11,1	365 <sup>s</sup> 5 <sup>b</sup> 49' 6",8	} 48' 58",3
	1478	38 ,1	+ 11,6	48 49 ,7	
Marzo . .	1477	53 ,1	- 9,4	48 43 ,7	} 48 37 ,7
	1478	41 ,2	- 9,5	48 31 ,7	
				Medio . . .	365 <sup>s</sup> 5 <sup>b</sup> 48' 48"

La grandezza dell' anno che risulta da questi equinozj è perfettamente di accordo colla stabilita dal Sig. de la Lande, e sarebbe molto da valutarsi. se accoppiando Settembre e Marzo 76 e 77. e Marzo e Settembre 78, i medj non ci presentassero una differenza di ben 14",5.

## S. 4.

*Equinozj osservati a Greenwich da Flamstedio.*

Le osservazioni di Flamstedio dal 1690 al 1720, tentate con un quadrante murale della migliore costruzione che si potesse ottenere in que' tempi, ci presenta un copioso numero di Equinozj, dei quali possiamo giovarci con vantaggio. Al presente oggetto però credo bastevoli i soli degli anni 1691-92-93-94, e per essere l'intervallo che li separa da noi non meno di 110 anni, e si ancora perchè sono i meglio osservati. Nel passaggio del Sole al Meridiano soleva Flamstedio prendere non meno di sette distanze dal vertice. 1. Dei bordi superiore ed inferiore all' ingresso nel telescopio. 2.° Di uno dei due bordi. 3.° Del centro due volte. 4.° Dei bordi nuovamente all' uscire dal telescopio. Il medio di queste replicate distanze sembra che debba ispirare non poca fiducia di una sufficiente precisione. Per maggior sicurezza però, quando alcuna di esse troppo si allontanava dal medio di tutte le altre, si è da me trascurata. Per tal maniera trattando le osservazioni dei 9 e 11 Marzo v. st. 11 e 13 Settembre 1691; 9 Marzo e 11 Settembre 1692; 8 e 9 Marzo 11 e 13 Settembre 1693; 8 e 10 Marzo e 8 Settembre 1694 ne ho conchiusi i seguenti momenti degli Equinozj, riducendoli a Palermo, e dal vecchio al nuovo stile.

1691	{	Marzo . . . 19 a 23 <sup>h</sup> 2' 57"	} t. m.	Equazione del Centro e Perturba- zioni.	{	+ 1° 54' 27',9
		Settembre 22 10 44 4				- 1 54 32,5
1692	{	Marzo . . . 19 4 33 50				+ 1 54 30,7
		Settembre 21 16 46 26				- 1 54 31,4
1693	{	Marzo . . . 19 10 26 43	+ 1 54 43,6			
		Settembre 21 22 32 2	- 1 54 43,2			
1694	{	Marzo . . . 19 16 8 7	+ 1 54 39,1			
		Settembre 22 4 17 2	- 1 54 17,4			

*Gran-*

## §. 5.

Grandezza dell' anno dedotta dai precedenti Equinozj comparati  
cogli osservati a Palermo negli anni 1804 e 1805 .

1804							
Anno e Mese	Intervallo osservato	Anno apparente	Differenza delle Equazioni e perturbazioni	Riduzione dell' Anno apparente in Medio	Anno medio	Medio di Marzo e Settembre	
1691	Marzo	113 <sup>2</sup> 27 <sup>8</sup> 9 <sup>h</sup> 3' 57"	365 <sup>5</sup> 5 <sup>h</sup> 48' 55".1	+ 36".7	- 6".3	365 <sup>5</sup> 5 <sup>h</sup> 48' 44".8	.. 48 49,15
	Settembre	8 51 14	48 46,3	32,9	+ 7,2	48 53,5	.. 48 49,35
1692	Marzo	112 27 3 33 4	49 2 7	42,3	- 9,2	48 46,2	.. 48 49,75
	Settembre	2 49 28	48 39,4	31,5	+ 6,8	48 48,8	.. 48 49,95
1693	Marzo	111 26 21 40 21	49 0 7	54,5	- 11,9	48 50,7	.. 48 49,95
	Settembre	21 3 52	48 41,1	43,6	+ 9,5	48 52,6	.. 48 49,95
1694	Marzo	110 26 15 58 44	49 4 8	50,0	- 12,2	48 47,3	.. 48 49,95
	Settembre	15 18 54	48 43,0	17,8	+ 4,3		
1805							
1691	Marzo	114 27 14 54 21	365 5 48 52,0	+ 32,2	- 6,9	365 5 48 47,1	.. 48 49,60
	Settembre	14 37 54	48 45,2	32,5	+ 6,9	48 52,1	.. 48 49,60
1692	Marzo	113 27 9 23 28	49 3,1	55,2	- 7,6	48 55,5	.. 48 50,00
	Settembre	8 35 32	48 38,0	30,3	+ 6,5	48 44,5	.. 48 50,00
1693	Marzo	112 27 3 30 35	49 1 4	47,9	- 10,4	48 51,0	.. 48 49,95
	Settembre	2 49 56	48 39,5	23,2	+ 9,4	48 48,9	.. 48 49,95
1694	Marzo	111 26 21 49 11	49 5 5	44,4	- 9,8	48 55,7	.. 48 50,55
	Settembre	21 4 56	48 41,6	17,4	+ 3,8	48 45,4	.. 48 50,55
Medio						365 <sup>5</sup> 5 <sup>h</sup> 48' 49".84	

## §. 6.

È dunque secondo questi calcoli la quantità dell' anno tropico Solare di 365<sup>5</sup> 5<sup>h</sup> 48' 50". Se si consideri ciascun risultato da per se stesso, la massima differenza sarebbe di 16" : ma egli è chiaro, che ogni equinozio preso da se solo è affetto e dall' errore che vi può essere su l' altezza del Polo, (nè, a creder mio, vi ha in Europa un solo osservatorio, sulla di cui latitudine non si possa temere l' errore di uno in due secondi), e dall' altro delle divisioni, e finalmente da quello della grandezza dell' arco totale. Questi errori si compensano quando si accoppiano in ciascun anno i due risultati di Primavera e di Autunno, e non rimane sul medio che l' errore dell' osservazione. Per giudicare dunque del merito dei risultati, si dee prendere il medio di Marzo e Settembre per ciascun anno, siccome si è da me praticato nella tavola precedente.

cedente. La massima loro differenza dee servirci di norma per stimare l'errore, a cui possa andar soggetto ciascun medio in particolare. Nel caso nostro la massima differenza non oltrepassa 1".4. Sono in conseguenza questi medj di lunga mano superiori ai precedenti così d' Ipparco, come di Waltero, e maggiormente a quelli che si possono ricavare dalle osservazioni di Tolomeo, Albategnio, Ticone, e degli altri che furono sino a Flamstedio.

## §. 7.

Se convenga ritenere la misura dell' anno stabilita da Lande, o torni meglio abbracciare questa mia, la quale è la medesima che nel 1750 fissato aveva La Caille, io non ardirò asserirlo. Certo egli è che il valorosissimo Astronomo di Gota, il Barone de Zach, il quale nelle sue prime tavole Solari aveva couservata la misura di La Lande, nelle ultime pubblicate nell' anno prossimo passato, si è dalla medesima allontanato, avendo diminuito di 12" il movimento secolare medio del Sole, il che porta un aumento di 3" circa sulla grandezza dell' anno, il quale secondo Lui sarebbe di 365<sup>s</sup> 5<sup>h</sup> 48' 51".

## §. 8.

Supposta la grandezza dell' anno di 365<sup>s</sup> 5<sup>h</sup> 48' 50" saranno i movimenti medj del Sole.

Diurno . . . . .	59'	8",	3299547
Anno . . . . .	11' 29°	45'	40",43
Secolare comune . . . .	11 29	46	43,27
Secolare giuliano . . . .	0 0	45	51,60